

1944

ISTITUTO BOTANICO DELL'UNIVERSITÀ
E LABORATORIO CRITTOGAMICO
PAVIA

8

ATTI

SERIE 5

VOLUME I (3)

E. Baldacci e R. Ciferri - Studi sulla « stretta »
dei cereali - I.

FORLÌ

S. A. C. STAB. TIP. VALBONESI
1944

ELIO BALDACCI - RAFFAELE CIFERRI

STUDI SULLA "STRETTA,, DEI CEREALI

PRIMA CONTRIBUZIONE

INDICE

PARTE GENERALE:

Notizie storiche e definizioni	Pag. 217
Condizioni ecologiche sotto le quali si verifica in natura la stretta	» 220
Sensibilità della specie e delle razze di frumento alla stretta	» 221
Danni della stretta al frumento	» 221
Criteri di lotta contro la stretta	» 223
Fondamenti fisiologici della fioritura e della maturazione	» 225
Influenza dei fattori dell'ambiente ecologico sul bilancio idrico della pianta	» 231

PARTE SPERIMENTALE:

Tecnica sperimentale	Pag. 239
Analisi dei risultati	» 244
<i>Frumento Menzana</i>	» 245
Discussione dei risultati	» 251
<i>Frumento Cappelli</i>	» 254
Discussione dei risultati	» 264
Conclusioni e riassunto	» 267
Bibliografia	» 274

STUDI SULLA "STRETTA,, DEI CEREALI (1)

PRIMA CONTRIBUZIONE

PARTE GENERALE

Notizie storiche e definizioni

« "Stretta,, (2) parlandosi del grano e delle altre biade significa il passaggio che fanno dallo stato d'erba alla maturazione perfetta; ed è *stretta buona* o *cattiva*, secondo che la stagione corra favorevole o contraria ». Così il CANEVAZZI (1892). Sembrerebbe perciò doversi ritenere che il termine di « stretta » abbia origine nel designare una fase dello sviluppo e della fisiologia dei cereali. Tuttavia lo stesso autore precisa che, in senso più limitato, stretta è « il soffermarsi o il maturare affrettamente a cagione d'un soverchio freddo improvviso, come nel primo caso, o a cagione di forte e intempestivo calore come nel secondo ». Egli riporta un passo del MAGAZZINI (1625), monaco Vallombrosano, a testimonianza del primo caso: « quando soffia l'estate in certi bassi, abbrucia i grani e le biade; e alle nostre campagne dà loro la stretta e le secca da una matina all'altra, non lasciando fare il corso naturale ».

Tuttavia si deve notare che in questo senso l'uso della terminologia di stretta è caduto, rimanendo invece più comune l'altro, e cioè quello di stretta intesa, per usare le parole del CANEVAZZI, del « maturare affrettamente ». Così l'usa il RIDOLFI (1862) nelle sue lezioni e definisce i caratteri della stretta in tal modo: « quando il grano riceve, come si suol dire, la stretta, quando il grano ha una maturazione troppo affrettata, sempre più o meno indurisce, perchè non ha tempo di formare l'amido a dovere e ci resta in eccesso il glutine ». In egual senso si trova usato il termine di stretta nel Giornale Agrario Toscano (1840) e da parte dell'Accademico georgofilo LASTRI (1801). Non ve n'è traccia, invece, nel « Sag-

(1) Questi studi sono stati effettuati mediante una sovvenzione del Consiglio Nazionale delle Ricerche e dell'Ente Economico della Cerealicoltura.

(2) *Echoudage* in francese, *notreife* in tedesco.

gio teorico-pratico sulle malattie delle piante » di F. RE (1807) il quale per altro nella classe terza (la classe delle malattie che potevano derivare dallo stato stenico o viceversa dall'astenico) pone l'*oligospermia* cioè « seme impicciolito ». « Tutto ciò che vale ad arrestare o far procedere con troppa lentezza il corso della vegetazione in maniera che le piante non possono recare all'embrione già fecondato la copia di succhi necessaria e corrispondente a mantenere in esso costante quella rapidità che gli era indispensabile onde perfezionarsi, può dare origine all'*oligospermia* ». Ed annovera i freddi e l'umidità, nel mese di maggio, e i venti caldi e « disseccativi ». Anche BAYLE-BARELLE (1809) fa accenno alla stretta senza darne per altro il nome o una precisa indicazione scrivendo: « quando il formento è ancora verde se manifestasi un calore intempestivo per riguardo alla stagione, il di lui stelo resta colpito da una specie di atrofia, invece di ingrossare dissecca e i grani, maturando innanzi tempo, non possono riempirsi di farina e facilmente fermentano nel granaio... Del pari una grandine, comunque non rovinosa od un vento freddo intempestivo, sospende talvolta per qualche tempo la vegetazione; la linfa difficoltosamente sale sino alla spiga per nodrirla e i semi riescono scarni, di sovente sterili, e sempre rugosi ».

Gli agronomi italiani contemporanei seguono nella definizione del fenomeno di stretta, quelle sopra ricordate, limitandosi, come si è accennato, a considerare solo la stretta da caldo; ma ben spesso le definizioni sono vaghe o mancano del tutto dandosi, da parte degli studiosi, il fenomeno per noto e solo facendo riferimento a quelle che si ritengono le cause (PASSERINI, 1929; PANTANELLI 1942).

Solo il DRAGHETTI (1924), a quanto ci risulta, ha cercato di precisare bene il fenomeno, riconoscendovi « molteplici graduazioni » e considerandolo « come indice di cattivo adattamento al clima da parte di razze in cultura ». La stretta « è dovuta ad uno squilibrio nel ricambio idrico che sorprende il frumento in uno dei periodi critici, al momento della granitura precipitando la maturazione delle cariossidi; più esattamente, a quel che sembra, sorprendendo il frumento nell'intervallo che va dalla maturazione latteaa alla maturazione gialla ».

In definitiva la stretta designò dal punto di vista fisiologico una fase dallo sviluppo della pianta e precisamente quella segnante il passaggio dalla fecondazione al completo sviluppo del-

l'ovario; ma è dal punto di vista patologico che il termine stretta viene oggi più comunemente usato per designare un abbreviamento dello stesso periodo, correlato a modificazioni morfologiche e chimiche delle cariossidi. Le modificazioni morfologiche più appariscenti sono quelle dovute ad uno strementamento delle cariossidi e ad una riduzione del loro volume. Quelle fisiologiche riguardano invece la riduzione del peso, le variazioni del contenuto in glucidi, e del rapporto glucidi/azoto, del contenuto in acqua, e pure di altri fatti fisiologici più intimamente connessi con la cultura agraria, e che sono di gran lunga le più interessanti. Ma resta ancora da precisare più rigorosamente in quale o in quali fasi di maturazione (lattea, cerea, gialla e piena) possa incidere la stretta ai fini patologici, e in che misura; qual'è il biochimismo della pianta durante il fenomeno e in quali rapporti è il modificato biochimismo con la coltura delle piante stesse.

Su alcuni di questi argomenti diremo più avanti, ma fin d'ora possiamo scrivere che abbiamo cercato, con questo nostro lavoro, di rispondere solo a una parte dei quesiti che, da quanto si è sopra detto, si possono porre.

Nè maggiore uniformità di vedute si ha rispetto alle cause della stretta, che possono essere così raggruppate:

a) *cause ecologiche* (luce, temperatura dell'atmosfera e del suolo, e subordinamente, acqua a disposizione delle piante nel suolo, e più generalmente i fattori tutti che incidono sul ricambio idrico della pianta);

b) *cause parassitarie* (infezioni gravissime di ruggini e forse anche di altri parassiti fungini).

Non tutti gli studiosi sono per altro egualmente concordi sull'importanza dei singoli fattori ecologici sopra elencati e solo il DRAGHETTI (1927) segnala i fattori parassitari ⁽¹⁾.

(1) Secondo alcuni autori si avrebbero manifestazioni di stretta anche a seguito di fenomeni fisiopatologici come l'allettamento (DRAGHETTI, 1924) e l'asfissia radicale (FERRARIS, 1928).

Condizioni ecologiche sotto le quali si verifica in natura la stretta

Quasi tutti gli autori sopraricordati accennano concordemente ai venti caldi nella primavera avanzata tra i fattori ecologici che possono provocare la stretta; più impropriamente e più contrastatamente alcuni accennano alla siccità del suolo. Per altro precisi e rigorosi rilievi sperimentali in proposito non abbondano, la maggior parte degli AA. essendosi limitata ad osservazioni empiriche e non approfondite. Maggiori dati invece raccolse in argomento l'Ufficio Centrale di Ecologia Agraria fondato e diretto dall'Azzi. Usufruendo di rilievi statistici e di notizie provenienti da tutte le parti del mondo, delle prove geografiche e di quelle di laboratorio, il MILIANI (1931) poté prendere in considerazione 358 casi, venendo alle seguenti conclusioni.

La temperatura più bassa osservata nei casi di stretta si ebbe nella stazione di Alicante dove la temperatura massima fu di 28,6° C. e dove si ebbero forti venti nel mese di giugno. AZZI (1942) e MILIANI (1931) considerano tale temperatura come la soglia termica al disotto della quale il fenomeno non può verificarsi. Difatti a Coruña nel 1913 la stretta non si ebbe non ostante i venti con queste condizioni meteoriche:

Temperatura massima: 27,7° C. - Pioggie: mm. 0,3 - Vento sud-est, violento.

Egualmente a León nel 1927 non si ebbe stretta con queste condizioni:

Temperatura massima: 27,2° C. - Pioggie: mm. 0,0 - Vento sud, violento.

Viceversa punte elevate della temperatura, fino a 39° C., furono osservate in varie Stazioni dell'Europa media senza che la stretta si manifestasse. Nelle prove di cultura in serra con Gentil rosso e temperature sino a 45° C., non si ebbe apparizione di stretta e ciò è attribuito dal MILIANI all'umidità del terreno mantenuta costantemente elevata (1).

(1) Il fenomeno è per altro, come si dirà più avanti, molto complesso dipendendo principalmente dalla luce che in serra è assai attenuata.

Altro fattore determinante la stretta, insieme alla temperatura, è indicato nel vento ⁽¹⁾. Il MILIANI dà in proposito i seguenti dati:

stazione	manifestazione di stretta	pioggie	temperature		vento
			minima	massima	
Tunisi	+ + +	0,0	23,8	37,6	scirocco 3
Algeri	+ +	63,0	22,9	41,7	scirocco 2
Cerignola	no	3,0	26,5	34,1	nessuno

Ad Algeri e più a Tunisi la stretta risultò pressochè eguale tanto in terreno asciutto quanto in quello irriguo. Tutto ciò fa concludere al citato MILIANI che, mentre l'insolazione, la bassa umidità relativa e la siccità non sono elementi specifici e necessari per il prodursi della stretta (ma solo accentuano il fenomeno), sono invece fattori essenziali la temperatura elevata dall'atmosfera e il vento.

Sensibilità delle specie e delle razze di frumento alla stretta

Non ci risulta che siano state effettuate particolari indagini in proposito. Alcuni AA. rilevano che i frumenti coltivati nel settentrione subiscono la stretta nei tentativi di acclimatazione nel sud (DUFFAS, 1932). Le razze più tardive risentirebbero maggiormente il danno della stretta; ma di ciò sarà detto più avanti nel capitolo della prevenzione di questa alterazione.

Danni della stretta nel frumento

Il danno provocato dalla stretta è stato messo in rilievo fin dai primi studiosi, ma mancano in genere precise indicazioni su quanto si deve effettivamente alla stretta e quanto ad altre cause concomitanti, quali le

(1) Già il TANARA (*Economia del Cittadino in villa*, Bologna, 1644) aveva asserito che « un vento caldo cagiona che nella metà delle spighe non sia grano e quello dell'altra metà sia minutissimo ». Opinione non approvata che in parte dal GINNANNI (*Delle malattie del grano in erba*, Pesaro, 1759) che attribuisce al vento una azione meccanica di asportazione dei fiori. Alle alte temperature fa invece riferimento il DUHAMEL (*Cult. des Ter.* stampato nel 1753-1755... all'incirca).

ruggini od anche l'allettamento. Secondo quanto riferisce PÉGLION (1934), il DÉHÉRAIN dava i seguenti elementi atti a stabilire la ripercussione del danno arrecato dalla stretta:

	Anno senza stretta (1888)	Anno con stretta (1889)
Prodotto in granella	Q.li ad Ha 34,88	29,22
Materie azotate	» 4,39	4,77
Amido	» 26,89	18,08

Per quanto riguarda l'Italia lo stesso PÉGLION riporta i dati del PETROBELLI, relativi alla Valle Padana superiore: « data una produzione di Q.li 25 ad Ha con frumento normale, avremo con maturazione precipitata Q.li 23; con allettamento 21; con allettamento e ruggine Q.li 19 ».

Il DRAGHETTI (1921) riferisce sugli effetti provocati dalla stretta in anni più recenti (1919 e 1920). Le cariossidi delle varietà di frumento che subirono la stretta nel 1920 presentarono, rispetto alle cariossidi delle stesse varietà dell'anno precedente, senza stretta:

a) una germinabilità più bassa di circa il 5% e una purezza del 4% in meno.

b) un peso individuale medio minore nelle razze tardive, maggiore nelle precoci o mediamente precoci.

c) un peso specifico inferiore, ad eccezione di alcune razze che per altro avevano cariossidi più piccole.

d) un volume assoluto per 50 cariossidi superiore nelle razze precoci, ed inferiore nelle tardive.

e) un contenuto in azoto e proteina greggia superiore.

f) la percentuale di cariossidi dure maggiore in tutte le razze, ad eccezione di due razze Cologna.

Riguardo a quest'ultimo punto si deve osservare che l'oscillazione della percentuale di cariossidi vitree (dure) e farinose (tenere) è sempre in dipendenza di fattori multipli (suolo pesante o sciolto, semine fitte o no, concimazione azotata, ecc.). Inoltre un frumento che a piena maturità ha cariossidi farinose, colto in anticipo ha una elevata percentuale di cariossidi vetrose, tanto maggiore quanto più il raccolto è stato anticipato.

L'apparizione del carattere di vetrosità o di durezza in frumenti teneri deve considerarsi come un primo gradino del complesso fenomeno della

stretta. Ciò del resto era stato ben chiaramente affermato fin dallo stesso RIDOLFI, che aveva scritto doversi alla maturazione irregolare la presenza di « semi induriti... fra i grani grossi ». Il fenomeno della vetrosità è in rapporto sia ad un maggiore contenuto di sostanze quaternarie, sia ad uno stato fisico particolare dell'amido, cosicchè la vetrosità non dà un giudizio sicuro sul maggiore contenuto in glutine.

Riguardo alla germinabilità delle cariossidi che hanno subito la stretta, il MILIANI, già ricordato (1933), non trova un abbassamento del loro potere germinativo. Così a Tunisi, dove tutti i frumenti soffrirono dal più al meno la stretta, si ebbero le seguenti germinabilità: 86 % - 91 % - 92 % - 97 % - 98 % - 100 % - 100 % - 100 %. Anche DE GASPERI (1933) constata che la germinabilità dei frumenti negli ambienti arido-caldi è ottima.

La riduzione di volume in seguito alla stretta oscilla fra 26 e 30 cc. contro i 39 e 36 cc., per 1000 cariossidi senza stretta (PANTANELLI 1942). La differenza di peso fra cariossidi con stretta e cariossidi normali è, secondo il citato PETROBELLI, di gr. 4,0 per 1000 cariossidi.

Infine circa le relazioni che intercedono fra cariossidi aventi sofferto la stretta e il raccolto che ne deriva PERCIVAL (1921) dà le seguenti correlazioni: correlazioni negative ($r = -0,511$) si hanno tra peso medio delle cariossidi seminate e lunghezza della spiga, e tra lunghezza media dei culmi e peso delle cariossidi ($r = -0,404$). Bassa correlazione intercorre tra peso del raccolto e peso medio delle cariossidi ($r = 0,327$) cosicchè il raccolto è scarsamente dipendente dal peso delle singole cariossidi. Altissima è invece la correlazione tra peso del raccolto e numero delle cariossidi per pianta ($r = 0,985$).

Criteri di lotta contro la stretta

Uno dei mezzi di prevenzione più indicati contro la stretta è certamente l'adozione di frumenti precoci, i quali raggiungono la fioritura e la maturazione in anticipo rispetto al periodo in cui solitamente si verificano le condizioni ecologiche favorevoli la stretta. Ciò è consigliato generalmente da tutti gli agronomi.

L'argomento è stato più particolarmente indagato da MILIANI (1932) con frumenti seminati in stazioni dell'Italia, della Palestina, della Tunisia, del Marocco, dell'Uruguay, della Nuova Zelanda e dell'Australia. Furono

prese in esame 11 razze di svariate provenienze, tutte indistintamente notevolmente resistenti alla stretta, ma con una diversa precocità.

TAVOLA I

varietà	rendimento in q.li per Ha. in		
	RESEWORTHY	LINCOLN	TUNISI
Gluyas Early	11,60	19,00	24,00
Mauragani	8,60	16,50	—
South A. Medeah	6,90	15,00	—
Richelle hative	6,90	18,00	28,30
Biancuccia	10,70	16,00	21,50
Nabawa	10,20	—	—
Hembrilla	0,20	20,00	—
Turkey	0,10	20,00	12,50
Banatka	0,10	15,00	—
Cooperatorka	0,00	—	15,50

(dai dati di MILIANI, 1932)

Nella stazione di Reseworthy i frumenti soffrirono alla fine della fase di accestimento di forti venti e di deficienza di piogge, ed ebbero temperature alte durante la granigione. I frumenti precoci attaccati in uno stadio molto più avanzato dello sviluppo furono meno danneggiati dei tardivi, fra i quali si ebbero addirittura casi di sterilità e di mancato prodotto.

Nella Stazione di Lincoln, dove non si ebbero fatti ecologici del genere, i frumenti tardivi affermarono le loro caratteristiche resistenze alla siccità e dettero rese notevoli in prodotto, superiori talora a quelle dei precoci. A Tunisi la graduatoria in prodotto segue quasi da presso la graduatoria di precocità e ciò deve connettersi con i fattori ecologici che favoriscono la manifestazione delle stretta.

Quanto sopra fa concludere all'Autore che l'ambiente decide in modo assoluto nei riguardi della stretta e che per le forme di adattamento e di resistenza tutto si riduce ad una questione di precocità, senza che si possano rilevare fatti di resistenza specifica alla stretta nei vari frumenti esaminati.

Oltre alla precocità, può costituire un elemento di lotta contro la stretta la cultura di frumento duro. Così DRAGHETTI (1924) afferma che la rusticità, la precocità e la resistenza al secco dei frumenti duri costituiscono dei fattori efficaci di lotta contro la siccità nel mezzogiorno d'Italia. I terreni che danno i migliori grani duri sono quelli compatti, a sottosuolo

duro e povero di calcare; la siccità vi ha poca influenza ed anzi le primavere più asciutte, se sono quelle che riducono il prodotto in peso, sono anche quelle che danno i migliori grani duri. Le zone più calde, dove la maturazione è più affrettata, sono le più adatte al grano duro; così le striscie costiere e gli altopiani a clima continentale caldo-arido, quali la zona interna Apulo-Lucana, e l'interno della Sicilia (PANTANELLI, 1914).

Come fattori sussidiari di lotta si possono annoverare vari mezzi colturali, creando con le lavorazioni del terreno delle riserve d'acqua. L'acqua caduta in eccesso nel periodo autunno-invernale deve essere portata negli strati del sottosuolo, facilitando con le lavorazioni profonde il volume di terra esplorabile da parte delle radici (DRAGHETTI, 1924). Ricordiamo infine che il PEROTTI (1931) prospettò l'eventualità di una lotta contro la stretta a mezzo di somministrazioni di carbone in polvere, sia di legna che di ossa. L'A. ebbe modo di osservare, in ricerche su questo prodotto contemplanti fenomeni diversi nel suolo e per la vegetazione, che la produzione in granella delle piante vegetanti in terreno trattato con polvere di carbone si presentava più turgida e più nutrita del controllo. Ciò dovrebbe connettersi al forte potere di ritenzione d'acqua, manifestatosi nel terreno con aggiunta di polvere di carbone; si ha pure in questo caso una minore dispersione dei nitrati, un maggiore assorbimento di ammonio e un evidente potere disintossicante nei riguardi dei materiali reflui della vita microrganica terricola, ed insieme una maggiore sua attivazione.

Fondamenti fisiologici della fioritura e della maturazione

La maturazione delle cariossidi di frumento consiste fondamentalmente in un'amilogenesi per polimerizzazioni di zuccheri solubili ed in una glutinogenesi per sintesi di proteine complesse partendo da proteine semplici ed aminoacidi.

Questi fenomeni però non rappresentano altro che la fase ultima di una serie di fatti fisiologici, i quali partono dalla fioritura della pianta e dalla fecondazione degli ovuli (coincidenti, alla loro volta, con una crisi che scrolla profondamente il ritmo del normale metabolismo della pianta), correlando le turbe del bilancio idrico (nella traspirazione, nel potere d'assunzione e forse nel trasporto dell'acqua) con quelle dell'assimilazione fotosintetica,

del ricambio dell'azoto e dell'intensità della respirazione. Se in questa delicata fase della pianta le condizioni dell'ambiente esterno ostacolano la normale progressione dei fatti fisiologici, accelerando o deprimendo qualcuna delle funzioni vitali, le perturbazioni finiranno per tradursi in una diminuzione della resa o in una menomazione qualitativa del prodotto o dei due fatti insieme. Tra le condizioni perturbanti dell'ambiente esterno, la più grave pare aversi proprio in quell'insieme di fattori ecologici che producono la « stretta ».

Dati recenti e non recenti (su diverse piante, oltre il frumento) concordano nell'accertamento che, tra lo stadio di fioritura e quello di maturazione dei frutti, si ha la più profonda crisi metabolica delle piante: quasi un'onda perturbatrice che, partendo dal momento della fioritura, prosegue durante il ciclo vitale della pianta — anche con delle soste e delle riprese — per spegnersi con il chiudersi del ciclo stesso. Della gravità di questa crisi si può giudicare dal fatto che il metabolismo stesso da anabolico passa a quasi-catabolico. Un'analisi succinta dei dati fondamentali sino ad oggi acquisiti chiarirà alcuni aspetti del complesso fenomeno.

1) *Il metabolismo idrico e la traspirazione.*

Numerosi dati concordi affermano che, nello stadio di fioritura, le piante presentano un'acme nei fatti traspirativi, la traspirazione salendo a livelli più alti di quanto non si abbia immediatamente prima e dopo. Che il fenomeno sia intimamente connesso con la fioritura è dimostrato, tra l'altro, dalle piante a fiori unisessuati, con infiorescenze maschili e femminili che non entrano simultaneamente in antesi, come il mais, e nel quale si hanno due crisi, corrispondenti all'apparizione dei fiori dell'uno e dell'altro sesso (BRIGGS, KIDD e WEST, 1920).

Il fatto centrale dell'acme traspiratoria è il decrescere del contenuto in acqua in tutti gli organi della pianta, particolarmente nella spiga, e ciò si rivela sia col rapido aumento della percentuale di peso secco, uno o due giorni *prima* della fioritura e nei due giorni *dopo*, sia comparando direttamente contenuto in acqua e peso secco. Tra i numerosi dati scegliamo quelli, recenti e accuratissimi, di MANZONI e PUPPO (1935) arrotondandoli:

Mese e decade		Traspirazione (grammi di acqua per cmq. di foglia)	
Marzo	I	6,2	—
»	II	10,4	+ 4,4
»	III	12,5	+ 2,1
Aprile	I	13,7	+ 1,2
»	II	—	—
	apparizione della spiga		
»	III	13,9	+ 0,2
Maggio	I	15,6	+ 1,7
	fine della fioritura		
»	II	15,1	— 0,5
»	III	13,4	— 1,7
Giugno	I	6,1	— 7,3
»	II	1,0	— 5,1

Il fatto dell'esasperazione della traspirazione e del minimo d'acqua della pianta non è isolato, ma collegato, direttamente o meno, con altri fatti di minima: i dati di KREUSLER e dei suoi collaboratori (KREUSLER, PREHN e BECKER, 1877; KREUSLER, PREHN e HORNBERGER, 1878 e 1879; BRIMMER e KOENIG, 1877; HORNBERGER, 1875; KOENIG e HAMMERBACHER, 1876; NEUBAUER e TEICHLER, 1877; OSWALD, 1877, 1878 e 1879; WILDT, 1876) hanno mostrato che l'aumento della respirazione (e quindi il minore incremento netto nel peso degli assimilati) è connesso col minimo incremento nel peso secco quale si ha all'atto della fecondazione e dell'inizio di sviluppo dell'ovulo. L'aumento della traspirazione pare coincidere con il minore assorbimento d'acqua, poichè il basso contenuto idrico (peso fresco meno peso secco) interessa tutti gli organi della pianta, radici comprese, pur variando dall'uno all'altro, con una brusca caduta della percentuale relativa d'acqua, non solo nel frumento, ma anche nel mais (SCHWEITZER, 1889), nell'orzo (BURD, 1919), nella patata (WILDT, KOENIG, HAMMERBACHER e BRIMMER, già citati), ecc.

VAN DE SANDE BAKHUYZEN (1937) conclude che, al momento della fioritura del massimo numero di infiorescenze nel frumento, si toccano simultaneamente i seguenti minimi:

- a) incremento assoluto del contenuto in acqua,
- b) incremento in acqua relativo all'incremento del peso secco,
- c) incremento del peso secco per unità d'area e di peso fogliare,

- d) incremento del peso secco totale,
- e) incremento dell'area fogliare relativa,
- f) incremento nell'altezza della pianta.

Tali dati risultano non solo dalle esperienze dell'autore ricordato, ma anche da quelle di altri diciannove investigatori, su cinque diverse specie di piante coltivate. In conclusione, dunque, il contenuto in acqua del culmo e delle foglie aumenta di continuo dallo stadio di plantula a quello d'inizio della fioritura. A questo punto si ha una disidratazione della pianta, diversa nei vari organi, ma variabile anche in uno stesso organo. Così nelle foglie vi è un gradiente diverso per cui quelle più basse ne risentono più di quelle alte, forse anche perchè quelle hanno raggiunto il pieno sviluppo ⁽¹⁾. Nella spiga il fenomeno è transitorio, durando solo cinque o sei giorni, poichè la spiga comincia subito ad accumulare negli ovari in via di sviluppo i soluti degli assimilati, la cui condensazione costituirà la riserva della cariossidi. L'incremento del peso secco degli ovari fecondati è segnato, così, dalla successiva reidratazione di questi organi nella spiga. Nelle foglie, invece, dopo che il massimo contenuto d'acqua si è toccato subito avanti la fioritura (con un gradiente che va, da maggiore a minore, dalle foglie più basse a quelle più alte, e con un relativo gradiente nell'incremento del peso secco; cfr. MOTHES, 1931; GOUWENTAK, 1929; SMIRNOV e collab., 1928; ecc.) la disidratazione prosegue irreversibilmente sino alla morte della pianta, manifestandosi con l'ingiallimento della foglia (MOTHES, ecc. sopra citati).

Avvicinandosi sempre più il periodo di maturità delle cariossidi, poichè diminuisce il contenuto in acqua delle cariossidi (e parallelamente diminuisce l'incremento nel peso secco) si giunge al punto che la percentuale di umidità delle cariossidi è praticamente costante: cariossidi ormai del tutto mature e spiga sono secche all'aria.

Questi fatti fisiologici, e gli altri che esporremo a continuazione, hanno anche un'espressione morfo-anatomica che è stata messa in luce, tra gli altri, da DRAGHETTI (1927 *et passim*), manifesta in una xeromorfia fogliare e, subordinatamente, di altri organi, secondo un gradiente negativo che va dalle foglie più basse alle più alte (caso particolare dei gradienti di ZALENSKI), espressione di una progressiva senescenza delle piante al cul-

(1) Un analogo fatto si ha per l'internodio più basso del culmo rispetto a quello più alto; tuttavia il fatto è denegato da HURD-KARRER e TAYLOR (1929) e solo parzialmente ammesso da POPE (1932).

mine della loro curva di crescita; questa senescenza sarà totale allorchè raggiungerà l'apice vegetativo.

Ma « l'energia di crescita », estinta nell'apice vegetativo della pianta, si trasferisce nel nuovo sporofito, che ha le foglie più giovanili in un limitato ciclo di sviluppo cessante con lo sporofito maturo. Abbiamo sinora parlato di correlazione tra contenuto in acqua e fatti fisiologici del frumento, ma l'intima causa di tale correlazione ci sfugge. Probabilmente sarà da ricercare nell'aumento del valore osmotico nelle cellule in progressiva disidratazione e nel correlato decremento dell'« hydratur » (WALTHER, 1931) influenzanti la respirazione (JLJIN, 1923; MOTHES, l. c.).

2) Il metabolismo dell'azoto.

È noto che contenuto in acqua delle piante e contenuto in azoto sono correlati (KRAUS e KRAYBILL, 1918; KRAUS, 1920; TUERNER, 1922). D'altro canto la senescenza delle foglie, che ha origine uno o due giorni dopo la fecondazione (cfr. i già citati MOTHES e SMIRNOV, nonché WAGNER, 1932) con l'arresto subitaneo della crescita dell'ultimo internodio della pianta, è immediatamente preceduta da una forte idrolisi delle proteine (ULLRICH, 1924; SCHUMACHER, 1929; MOTHES, 1931).

Ma in linea ancor più generale, acqua totale della pianta e azoto totale sono correlati, non sappiamo se direttamente o per il fatto che alla loro volta sintesi dei proteidi e fotosintesi sono collegati. Pare infatti che il più attivo anabolismo proteico che si ha durante il giorno, sia da imputare alla maggiore tensione dell'ossigeno per la fotosintesi (MOTHES, 1933), in una catena di reazioni che legano la quantità d'ossigeno alla sostanza secca formata, alle proteine sintetizzate, ai nitrati utilizzati e alla percentuale d'acqua contenuta nei tessuti. Sta di fatto che, subito dopo la fioritura, la depressione nell'assunzione d'acqua è simultanea alla depressione nell'assunzione di azoto (HORNBERGER, 1882; WAGNER, già citato, per l'avena e lo stesso, 1932, per altre piante; KREUSLER, PREHN e HORNBERGER, già citati per il mais; VAN DER SANDE BAKHUYZEN, 1937). Nel mais, anzi, le depressioni sono due in corrispondenza della duplice fioritura, come si è già detto.

Non è escluso che il basso metabolismo azotato sia da correlare, pure, all'alto consumo dei glucidi per l'aumentata attività respiratoria (KREUSLER, PREHN e HORNBERGER, l. c.; BAKHUYZEN, l. c.) sì che disidratazione, peso secco e bilancio dell'azoto sarebbero egualmente connessi con la respirazione. Anche se rimane molto ipotetica l'esistenza del fitor-

monè attivante la respirazione di BAKHUYZEN, non meno dei « mutatori » di SCHULZE (1932) e di SMIRNOV e collab. (l. c.), sta il fatto che l'impulso catabolico della fioritura porta ad una diminuzione dell'idrolisi nell'equilibrio: aminoacidi $\longleftrightarrow$ proteine.

Il rapporto azoto/umidità globale delle foglie rimane più o meno costante, ma nelle foglie più basse (che sono le più vecchie e al più alto livello del gradiente idrico fogliare; cfr. DASTUR, l. c.) è pure a più alto livello. In una stessa foglia, a maggior contenuto in acqua corrisponde un maggior contenuto di azoto; se l'umidità decresce o cade, decresce o cade pure l'azoto totale. Tale costanza del rapporto azoto/umidità prosegue finchè le foglie crescono; subito dopo la fioritura l'azoto totale cade per la condensazione dei protidi; le foglie più alte del culmo, a fase ancora anabolica, ne risentono meno di quelle più basse. Nelle foglie gialle, infine, si ha la perdita del 60-80% dell'azoto inizialmente contenutovi, mentre vi rimangono i protidi meno idrolizzabili, tipo nucleinati. Il culmo è l'ultimo organo a perdere azoto.

3) *L'attività respiratoria.*

Ne abbiamo fatto già cenno nei due capitoli precedenti e non ci ripeteremo. BAKHUYZEN (l. c.), anzi, vedrebbe la correlazione fondamentale tra disidratazione delle piante e attività respiratoria, con tutti gli altri fatti fisiologici di cui in precedenza, inclusa l'attività fotosintetica.

4) *L'attività fotosintetica.*

Che l'attività fotosintetica di una pianta cresca, entro certi limiti, con il suo contenuto in acqua, è ormai bene accertato; si confronti, ad esempio, DASTUR (1924), ILIJN (l. c.), BRILLIANT (1925), ecc. E' ben noto pure che il periodo critico è quello post-fiorale, in quanto la disidratazione impedisce una fotosintesi normale e la pianta deve vivere e soprattutto costituire le riserve del seme a spese dei glucidi accumulati in precedenza.

* * *

Volendo riassumere quanto si è accennato, sei sono i fatti direttamente o indirettamente correlati tra loro:

contenuto in azoto protidico	respirazione	area della foglia	aumento del peso secco	contenuto in acqua	attività fotosintetica
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)

Le meglio note sono le correlazioni in 1:2; 1:3; 1:4; 1:5; 2:3; 2:5; 3:4; 3:5; 4:5; 4:6; 5:6. Tali correlazioni sono di varia importanza; così, ad es., quella tra 1 e 5 è molto maggiore di quella tra 1 e 4.

Che tutti questi fenomeni abbiano una correlazione ormonale, indipendentemente dalla loro specificità, è altamente probabile. Secondo ogni presunzione, l'apice caulinare dovrebbe essere il centro di coordinazione, anche se - allo stato odierno delle nostre conoscenze - non sapremmo identificare tali fitormoni con le auxine.

E' però certo che l'apice vegetativo non emette più ormoni di crescita, mentre quelli dell'organo fecondato rimangono circoscritti allo sporofito e al giovane embrione. Questo nuovo centro, inoltre, diviene sede di una forza d'attrazione («Saugkraft») dei glucidi e delle sostanze azotate, che cessano così d'essere a disposizione di altri organi (MASON, 1922; MURNEEK, 1926; SOEDING, 1926; ecc.). Parrebbe dunque che la disidratazione della pianta, più che la causa, sia la conseguenza dell'inattività dell'apice vegetativo (MURNEEK, 1932), in quanto conseguente alla diminuita capacità idrica delle cellule per il cessare, da parte dello stesso apice, dell'emissione e della diffusione degli ormoni di crescita (BAKHUYZEN, l. c.). Direttamente o meno, dunque, la secrezione ormonale dell'apice vegetativo influenzerebbe gli altri fenomeni vitali: fotosintesi, respirazione, ricambio dell'azoto (e crescita).

Influenza dei fattori dell'ambiente ecologico sul bilancio idrico della pianta

La progressiva disidratazione delle piante dalla fioritura in avanti assume diversa intensità a seconda di fattori interni ed esterni. Sui primi, di natura probabilmente fitormonica (come si è detto) non abbiamo informazioni; meglio noti sono, invece, alcuni dei fattori dell'ambiente esterno, talvolta anche bene indagati. È già intuitivo che tutti i fattori dell'ambiente ecologico di vita delle piante esaltanti lo squilibrio idrico di queste, accelerano l'insieme dei processi post-florali o post-fecondativi, precipitando la maturazione dei frutti e dei semi. In particolare ci interessano i fattori incidenti sul processo di traspirazione, che è quello più notevole della fase negativa del bilancio idrico.

La *temperatura* e l'*illuminazione* sono i fattori ecologici più importanti per l'incidenza dei fenomeni fisiologici post-fiorali e così intimamente collegati tra loro che non è sempre possibile discriminare l'azione dell'uno da quello dell'altro.

La lunghezza del giorno e la temperatura fanno sentire la loro azione sin dall'inizio dei primordi fiorali (HURD-KARRER e TAYLOR, 1933; MAXIMOV, 1929; vedi pure RASUMOV per l'orzo; TAGEEVA, 1932 per l'avena; BAKHUYZEN, l. c. per il frumento; ecc.). Il frumento è, nella media delle sue razze, una tipica pianta longidiurna, e nel giorno lungo diminuisce il periodo vegetativo ed aumenta la velocità di sviluppo, genera un minore numero di foglie e ha minore area fogliare globale; ma, sotto la condizione del giorno lungo, la fotosintesi è maggiore od almeno eguale a quella del giorno corto.

L'effetto della temperatura si sovrappone a quello della durata del giorno, in modo che è difficile discernere il peso dei due fattori. Una temperatura *media* troppo alta (quale pare si inizi già, per i frumenti teneri ordinari, a 26° C.) è nettamente sfavorevole per l'eccessivo incremento della respirazione, specie se alta è la temperatura notturna, quando la perdita di sostanza secca per la respirazione non ha nessun compenso, anche ridotto, nella fotosintesi.

La conclusione di questo stato di cose è che con l'abbreviarsi del giorno a temperature alte (come avviene di estate discendendo nella latitudine, rispetto al settentrione), si ha nel frumento un minore peso di prodotto sia per la riduzione del numero delle cariossidi e non nel peso (come vogliono alcuni studiosi), sia per la riduzione nel peso e non nel numero (come vogliono altri). A quel che pare, poco azoto e pochi glucidi a disposizione della pianta nel momento della fecondazione, portano spesso all'una e all'altra riduzione. Questi due fattori incidono molto di più nel metabolismo dei carboidrati che in quello delle sostanze azotate, perchè la demolizione della sostanza organica è molto più sensibile per i glucidi che per i protidi. Infatti variando la lunghezza del giorno, il coefficiente di utilizzazione dell'azoto per unità di peso secco rimane costante; ma poichè minore è il peso totale delle cariossidi, minore è l'azoto totale che contengono questi frutti. Tuttavia la sintesi delle proteine dagli aminoacidi prosegue quasi normalmente anche sotto modificate condizioni di illuminazione e di temperatura, mentre la traslocazione e la condensazione dei glucidi è ridotta e disturbata, e di conseguenza le cariossidi

hanno un alterato rapporto carboidrati/azoto, contenendo più protidi del normale di fronte ai glucidi totali.

Ciò anche per il fatto che il contenuto di azoto delle cariossidi di frumento è completo nella sua totalità sin dai primi abbozzi nelle cariossidi stesse; anzi decresce lievemente col procedere della maturazione, mentre i glucidi totali aumentano di continuo con la maturazione, e parallelamente diminuisce il contenuto in acqua. Tra i molti dati citiamo quelli recenti di MARIMPIETRI (1933) riportandoli, per maggior facilità d'interpretazione, all'unità rispetto al contenuto nei primi abbozzi delle cariossidi:

TAVOLA II

dopo giorni	fase di maturazione	peso di 1000 cariossidi	acqua in %	azoto totale
frumento tenero (Mentana)				
0	abbozzo	1	1,0	1
7	prelattea	2,4	0,9	1,1
12	lattea	4,0	0,7	0,9
21	gialla	5,6	0,4	0,9
28	completa	6,1	0,25	0,9
frumento duro (Cappelli)				
0	prelattea	1	1	1
9	lattea	2,0	0,7	0,8
16	gialla	4,1	0,4	0,7
23	completa	4,9	0,3	0,8

Dei tentativi di separare i due fattori radiazione solare (come intensità) e temperatura, sono stati compiuti, e i risultati sull'effetto della traspirazione delle piante sono stati tutti concordi. BRIGGS e SHANTZ (1916) avevano trovato un'alta correlazione tra andamento giornaliero della traspirazione e radiazione; ARTHUR e STEWART (1933) avevano precisato che, con il raddoppiare delle radiazioni l'aumento della perdita d'acqua era di 1,7 volte (cioè rispondeva, all'incirca, al valore del fattore Q_{10}). Delle più complete esperienze effettuate da MARTIN (1935) portarono alla conclusione che la correlazione tra intensità di radiazione e traspirazione è quasi lineare, e l'effetto diretto della radiazione importa dal 31 all'81 % della traspirazione (in selezione al variare del «potere dissecante» dell'aria).

Particolarmente probativi sono i dati di MANZONI e PUPPO (1935), i quali una volta ancora mettono in rilievo l'acme traspiratoria nel periodo della fioritura (1). Operando sotto condizioni sperimentali rigorose, gli AA. hanno calcolato i coefficienti di correlazione totale e parziale tra cinque fattori dell'ambiente esterno (temperatura media, umidità relativa, radiazione globale, precipitazione d'acqua e velocità media del vento) concludendo, attraverso una serie di 185 termini, che la radiazione globale incide massimamente nel fenomeno traspiratorio ($r = + 0,882 \pm 0,011$), e seconda è la temperatura media ($r = + 0,660 \pm 0,028$). Poco sensibile è l'azione degli altri fattori: umidità relativa ($r = - 0,532 \pm 0,035$) ed altezza di precipitazione ($r = - 0,280 \pm 0,046$); nulla è l'influenza della velocità media del vento ($r = + 0,018 \pm 0,50$). Le correlazioni parziali di quarto ordine dettero per radiazione globale $r = + 0,645$; per la temperatura media $r = + 0,468$; per l'altezza di precipitazione $r = - 0,243$; per l'umidità relativa $r = - 0,123$; per la velocità media del vento $r = - 0,059$. L'equazione di regresso per il coefficiente totale tra traspirazione giornaliera e radiazione globale rivelò uno scarto quadratico medio del 28%, e quella calcolabile attraverso il coefficiente di correlazione parziale di terzo ordine (escluso il fattore velocità del vento, trascurabile) del 25%.

Un dato preciso, interessante ai nostri effetti, è offerto da PIETTRE (1914), il quale nota che a 26° C. di temperatura in due giorni le cariossidi immature perdono il 35% dell'acqua, gli zuccheri solubili scompaiono e alla maturazione vi si trova solo glutine, mentre i frutti diventano biancastri e duri. In altri termini, a quella temperatura si può avere la riproduzione delle manifestazioni di stretta nelle cariossidi.

Le cause dell'azione dell'illuminazione sono probabilmente complesse e non è qui il caso di discuterle. Basterà accennare che, con ogni probabilità, quella fondamentale si ha sulla regolazione stomatica messa in luce molte volte (cfr. ad es. HENDERSON, 1926). A questa si aggiunge un'azione diretta nella forza d'attrazione dell'acqua da parte del protoplasma, che alla luce diminuisce entro certi limiti, come misero in chiaro LEPESCHIN (1930) e MONTEMARTINI (1932, 1933). Possiamo far nostra la conclusione di MANZONI e PUPPO (1935), cioè che all'aumentare della

(1) L'area della superficie fogliare ha raggiunto il massimo valore all'atto della apparizione della spiga e si mantiene costante durante la fioritura, incominciando a declinare subito dopo.

radiazione solare (e verso i valori massimi) la traspirazione aumenta d'intensità più della fotosintesi, e da ciò si ha una maggiore richiesta d'acqua.

Un cenno a parte meritano i rapporti tra *vento* e traspirazione, particolarmente importanti agli effetti degli studi sulla stretta.

Le esperienze meno recenti danno risultati in conflitto tra di loro. KNIGH (1917) con un vento della velocità di circa 7 m.-sec. trovò un aumento della traspirazione di circa il 50 %, STAEFELT (1932), usando foglie staccate dalla pianta, osservò una rapida ascesa nella traspirazione con un vento sino alla velocità di 10 m.-sec., un lento aumento sino a 30 m.-sec., e nessun aumento sino a 60 m.-sec.; il massimo risultò del 140 % rispetto alla traspirazione in aria ferma. FIRBAS (1931) osservò risultati analoghi su rami isolati, usando un vento di 3,75 m.-sec., solo se la traspirazione con aria ferma era bassa, ma ad alta traspirazione (cioè in pieno sole) il vento causò una diminuzione. SEYBOLD (1929, 1931-32, 1933) concluse, a seguito di numerose esperienze, che il vento non ha influenza sulla traspirazione stomatica, mentre l'ha sulla traspirazione cuticolare; in tal modo le piante si comportano diversamente a secondo della prevalenza dell'uno o dell'altro tipo di traspirazione (cioè il vento aumenta la traspirazione nelle idrofite e non nelle pezofite).

Analoghe discordanze si hanno nelle osservazioni in natura; così COPELAND (1909) trovò un aumento del doppio in pieno sole con un vento di 5 miglia per ora. BROWN (1910) e GIDDINGS (1914) notarono un aumento nella traspirazione, con velocità sino a 8 miglia per ora, ma un ritardo a velocità maggiori, WILSON (1924) notò che la traspirazione era depressa allorchè il vento toccava la velocità di 20 miglia per ora. BRIGGS e SHANTZ (1916), a seguito di accurate esperienze sulla correlazione dai fattori dell'ambiente ecologico e l'intensità di traspirazione, osservarono che il vento aveva una modesta influenza, calcolata al 2-6 % dell'acqua traspirata.

Notevoli sono al riguardo le esperienze di MARTIN e CLEMENTS (1935) con venti a velocità variabile tra 5 a 15 miglia per ora e durata di 6-8 settimane. Essi poterono mettere in luce che durante la prima settimana non vi erano apprezzabili differenze tra il controllo e le esperienze; più tardi la traspirazione cominciò ad aumentare nel rapporto del 20, 35 e 50 %, con venti rispettivamente di 5, 10 e 15 miglia per ora. Gli AA. accertarono anche che l'area fogliare, l'altezza del culmo, il suo diametro e il peso secco diminuivano con il crescere della velocità del vento;

aumentava invece la domanda d'acqua per unità di peso secco (sino al 50 %). L'effetto depressivo fu molto maggiore in primavera (la metà di più) che in autunno (un terzo); e molto maggiore di notte che di giorno (4-5 volte di più di notte, 1,5 volte di più di giorno). Dopo il risultato negativo di MANZONI e PUPPO già citati, MANZONI e ORSENIGO (1940) hanno ripetuto le esperienze su di una serie di piante introducendo una felice modificazione nella tecnica, nel senso di far ruotare le piante invece che ventilarle. Con una velocità del vento variabile da m. 2,20 a m. 3,66 al secondo, la traspirazione parve dipendere solo dalla radiazione solare, indipendentemente dal movimento delle piante (cioè dalla ventilazione), mentre l'evaporazione, misurata a mezzo di atmometri, crebbe regolarmente con l'aumentare delle velocità del vento.

Siamo, dunque, in possesso degli elementi per spiegare le divergenze tra le varie esperienze, con le molte variabili che incidono sull'effetto del vento nei riguardi della traspirazione: velocità del vento, durata del vento, tipo di traspirazione dominante nelle piante, concomitanza di altri fattori dell'ambiente ecologico, ecc. Ma, ai nostri effetti (tenendo conto del fatto che i venti caldi che si associano alla « stretta » del frumento durano meno di una settimana, hanno velocità media moderata, e spirano di preferenza di giorno, ed in relazione al fatto che il frumento ha una traspirazione stomatica di fronte alla quale quella cuticolare è quasi insignificante) si può concludere che il vento non incide apprezzabilmente sulla stretta, agli effetti pratici.

Non è il caso di prendere in considerazione, stando ai risultati di MANZONI e PUPPO già citati, gli altri fattori dell'ambiente ecologico, oltre alla radiazione solare ed alla temperatura, data la scarsa incidenza sull'accelerazione della traspirazione, che è alla base della stretta. Ciò nonostante merita qualche cenno il fattore *idratazione del suolo*, preso in particolare considerazione da DRAGHETTI (1924 e 1927). Il limite critico del disseccamento per le piante fu da questi indicato con « punto critico osmotico » del suolo. E' probabile che il disseccamento graduale del suolo, in un momento in cui le piante, esasperandosi la traspirazione, hanno il massimo bisogno di acqua, aggravi il bilancio idrico delle piante stesse. Ma sta di fatto che l'importanza è minore di quanto potrebbe attendersi, per il fatto che il potere d'assunzione dell'acqua del suolo da parte delle piante è molto ridotto, sia per l'effetto generale della progressiva senescenza delle piante, sia per la ridotta formazione dei peli radicali (conseguente alla ridotta crescita e ramificazione delle radici av-

ventizie), sia, infine, per la probabile minore attività d'assunzione d'acqua da parte del protoplasma a cui si è accennato sopra.

Un fattore concomitante dell'aggravarsi del « deficit » idrico della pianta, particolarmente indagato da DRAGHETTI (1937) è dato dagli attacchi di parassiti fungini quali le ruggini, o dai casi di allettamento precoce. Questa molteplicità di rapporti apparenti o esteriori fa pensare all'A. ad una causa fisiologica unica, riferibile al perturbamento traspiratorio. Tale perturbamento si ripeterebbe tanto negli squilibri tra assorbimento e traspirazione dovuti all'eccessiva siccità del terreno, quanto in quelli dovuti alle lesioni dell'epidermide, che per quelli dovuti allo schiacciamento ed infine alla necrosi degli internodi inferiori. Lo squilibrio traspiratorio viene da questo A. riferito od a eccessiva perdita di acqua nella parte aerea della pianta, o a deficienza della salita dell'acqua per interruzione degli internodi o del colletto (necrosi da mal del piede, allettamento, ginocchiatura) o a deficienza dell'apparato radicale.

I fattori anatomici che interessano i fatti fisiologici della maturazione sono stati poco indagati (1).

Da quanto si è notato sin qui emerge che, rispetto alla fisiologia del frumento, occorre distinguere i danni degli avversi elementi meteorici recati durante la fioritura e che non possono essere riferiti alla stretta e che qui tralasciamo del tutto, da quelli della stretta.

Si può parlare di « stretta » solo dopo la fecondazione degli ovuli e quindi sin dall'inizio di sviluppo dei frutticini. Ma anche

(1) A complemento delle notizie sopra dette è opportuno aggiungere alcune osservazioni sui fattori anatomici meglio studiati che interessano il fenomeno della stretta. Sono stati presi in esame il numero degli stomi per unità di superficie fogliare, il numero dei fasci legnosi e il numero e le dimensioni dei vasi grossi, con lo scopo di ricercare e stabilire un eventuale rapporto fra detti fattori; traspirazione e circolazione dell'acqua. Secondo DUFFAS (1927) è proprio in base ad una modificata condizione anatomica interessante i fasci, che si avrebbe la spiegazione del mancato adattamento nel Sud dei frumenti del Nord della Francia (quali il Vilmorin 23 e il Bon Fermier), che risentono notevolmente dei danni della stretta nelle coltivazioni meridionali. Altri elementi interesserebbero l'internodio superiore (KALÉ, 1931) nel quale si osserva un maggior spessore della cuticola e della parete delle cellule epidermiche nelle razze che non soffrono la stretta; anche la grandezza ed il numero dei vasi

in questo caso è necessario distinguere tre fasi di sviluppo delle cariossidi, corrispondenti ad una diversa predominanza del biochimismo:

a) *fase di accumulo dei protidi nelle cariossidi*: quella che va dall'inizio di sviluppo dello sporofito alla maturazione lattea, cioè quando, all'incirca, la cariosside ha perso il 20-25 % del suo contenuto idrico, scendendo al 50 % circa del peso fresco, 10-12 giorni dopo la fioritura.

b) *fase di accumulo dei protidi e dei glucidi nella cariosside*: quella che va dalla fase di maturazione lattea a quella gialla, cioè quando la cariosside ha perso il 40 % circa del contenuto d'acqua, scendendo al 30 % del peso fresco, circa 20 giorni dopo la fioritura.

c) *fase di accumulo dei glucidi nella cariosside*: quella che va dalla fase di maturazione gialla alla maturazione totale (raccolto), in cui l'acqua è diminuita del 50 % circa, scendendo al 20 % del peso fresco, 25-30 giorni all'incirca dopo la fioritura.

E' opportuno notare che già DRAGHETTI (1936), per altra via e con altri fini, aveva distinto una simile sequenza della progressiva maturazione delle cariossidi, con pochi divari circa la durata relativa (23 giorni per la fase in b, e 15 per la fase in c). Anche alla luce delle esperienze da noi eseguite, converrà tenere distinti i fenomeni di disidratazione provocati in ciascuna di queste tre fasi.

aumenta nelle razze resistenti; il Vilmorin 23 presenta una irregolare o insufficiente distribuzione dei vasi nell'internodio più elevato. Così altre razze sarebbero sensibili alla stretta a causa di una brusca diminuzione del calibro dei vasi nell'internodio superiore. È stato altresì rilevato che la concentrazione dei succhi cellulari è più elevata nelle varietà resistenti. Indipendentemente da queste ricerche, il MONTEMARTINI (1918) aveva sostenuto l'importanza del numero e della distribuzione dei vasi nel fenomeno di circolazione dell'acqua.

PARTE SPERIMENTALE

Tecnica sperimentale

Coltura

La coltura dei frumenti è eseguita in vaso di dimensioni maneggevoli, riempiti di terra fresca, argillo-sabbiosa. La semina è stata effettuata in periodo avanzato (gennaio) e i vasi sono stati mantenuti in serra fredda per il periodo di germinazione dei semi e successivamente portati all'aperto.

Descrizione dell'apparecchiatura sperimentale per il trattamento delle piante

L'attrezzatura consiste in una camera di forma a parallelepipedo, munita di sportelli (fig. 1) nella quale vengono posti i vasi; essa riceve luce dall'alto e dalle finestre laterali, chiuse, come il soffitto, con i vetri. La camera ha le seguenti dimensioni: lunghezza, m. 1,66; altezza m. 1,05; larghezza m. 0,35, ciò che permette di mantenervi almeno 6 vasi contemporaneamente messi in fila (fig. 2). Ad una estremità la camera comunica, attraverso un tubo di zinco d'altezza regolabile, con la camera di riscaldamento; e questa, a sua volta, con l'insufflatore d'aria. In tal modo l'aria

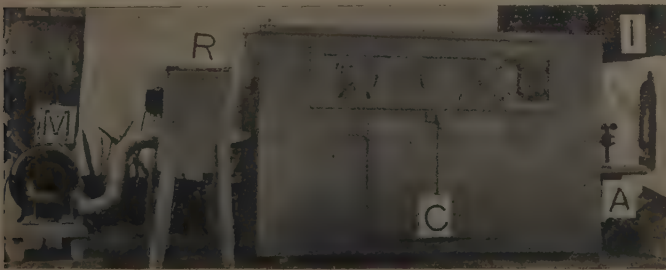


FIG. 1 - Apparecchio impiegato per il trattamento delle piante di frumento

C: camera dei vasi; R: camera di riscaldamento; M: ventilatore elettrico;

A: anemometro; I: termo-igrometro

insufflata viene passata, prima di giungere alle piante attraverso un gruppo di resistenze elettriche regolabili (fig. 3). All'altra estremità la camera contenente i vasi si apre verso l'esterno mediante una finestrella a sguancio, munita di davanzale per l'istallazione degli apparecchi di controllo della



FIG. 2 - Particolare della fig. 1

velocità del vento, dalla temperatura e dell'umidità (fig. 4). Tutte le camere sono costruite in legno. L'aria è insufflata a mezzo di un ventilatore a pale mosso da un motore elettrico.

Fattori controllati durante il trattamento

Velocità del vento. Mediante un anemometro elettromagnetico portatile si misura la velocità del vento. I gradienti nell'interno della camera, al livello della bocca di immissione d'aria calda, risultano i seguenti (il numero d'ordine corrisponde al numero d'ordine dei vasi in fila):

1°	—	12,9 m.	al minuto	secondo
2°	—	8,5 m.	»	»
3°	—	5,5 m.	»	»
4°	—	4,0 m.	»	»
5°	—	3,5 m.	»	»
6°	—	2,0 m.	»	»

All'uscita della finestra posteriore a sguancio la velocità del vento è pure di m. 2,0 al 1". Le velocità del vento sono rimaste costanti per tutte le prove effettuate e sono state poste sempre in relazione del posto occupato dai vasi. Premettiamo subito che non è stato possibile ricavare alcuna relazione fra la velocità del vento e i fenomeni indagati, per cui non riporteremo i dati in proposito.

Temperatura del vento. La temperatura è letta con 6 termometri situati sull'asse del vento, in corrispondenza dei posti occupati dai singoli vasi. I controlli continuativi si effettuano a mezzo di un termografo. Un termometro è pure posto in alto verso il soffitto della camera contenente i vasi; uno è esterno sopra la camera; infine un ultimo è situato di fronte alla bocca di uscita del vento sul davanzale della finestra a sguancio. Sulla base delle indicazioni termometriche, lette ad intervalli vari di tempo (da mezz'ora a due ore) si sono costruiti vari grafici dai quali si è potuto rilevare che la temperatura del vento oscilla nell'interno della camera con una periodicità costante. La temperatura più alta si ha nel centro della camera in corrispondenza del posto occupato dal 3° vaso. Da questi rilievi e dai grafici ottenuti direttamente con il termografo, abbiamo ritenuto sufficiente considerare agli effetti del nostro studio la media delle temperature lette sulle batterie dei termometri o registrate dal termografo.

Umidità relativa del vento. L'umidità relativa del vento è stata registrata all'uscita della finestra a sguancio mediante un igrometro a bulbo umido, con controlli periodici a mezzo di igrometro di precisione auto-ventilato. I valori ottenuti oscillano tra 60-70% di umidità relativa. L'andamento della curva delle letture eseguite in funzione del tempo è generalmente più costante di quella della temperatura presa pure all'uscita di fronte alla finestra a sguancio; ovviamente l'umidità relativa è in rapporto alla temperatura del vento, tendendo ad abbassarsi con l'innalzarsi di questa e viceversa.

Luce. I vetri situati, come si è detto, nella parte superiore e ai lati della camera permettono l'illuminazione solare diretta delle piante in esperimento. Non si è tentata nessuna misurazione di questo fattore, riservandoci il controllo della luce per ulteriori serie di esperienze.

Durata del trattamento. Il tempo di permanenza dei vasi nella camera è stato fatto variare di volta in volta secondo l'opportunità delle esperienze. Quando la durata oltrepassava le dodici ore, nell'intervallo notturno si sospendeva l'esperienza e si ripigliava il giorno seguente, avendo

cura che il trattamento si effettuasse durante le ore d'illuminazione solare, generalmente dalle 8 alle 20, continuativamente, nei mesi di maggio e giugno.

Contenuto d'acqua nella terra dei vasi. Per poter giudicare della perdita d'acqua della terra dei vasi durante il trattamento si sono fatte varie saltuarie determinazioni del contenuto d'acqua della terra dei vasi, prima e dopo l'ingresso dei vasi nella camera, per pesata previo disseccamento in stufa a 100° C. in confronto ai testimoni.



FIG. 3 - Particolare della fig. 1 - C: camera dei vasi;
R: camera di riscaldamento; M: ventilatore

Razze, numero e fase di sviluppo delle piante in esperimento

Le razze studiate in linea preliminare sono state «Mentana» e «Cappelli» quali tipiche rappresentanti di un frumento tenero e di uno duro. Ci riserviamo lo studio di tutte le razze più comunemente coltivate in Italia in un secondo tempo, dopo aver definito le condizioni sperimentali più adatte per la riproduzione del fenomeno della stretta in via sperimentale. Con questo intento i trattamenti sono stati effettuati nelle diverse fasi di sviluppo delle piante, anche per la fase di botticella, sebbene non si ritenesse - vedi in precedenza - in diretta relazione con i fenomeni di stretta.

Le esperienze sono state effettuate globalmente su 35 vasi coltivati con la razza Mentana e su 84 vasi coltivati con la Cappelli. I vasi di controllo erano per il Mentana 115 e per il Cappelli 116. Ogni vaso conteneva in media 3 piante, sì che in definitiva si è lavorato su 510 piante di razza Mentana e su 600 piante della razza Cappelli, e sono state trattate 105 piante di Mentana e 252 piante di Cappelli.

Seguendo la classificazione del ciclo di sviluppo del frumento proposta da Azzì (1942) si trattarono le piante:

a) nella fase dalla fine dell'accostimento alla spigatura e più precisamente nella fase di botticella.

b) nella fase di spigatura sino alla maturazione completa e più precisamente in 1) prima dell'antesi, 2) subito dopo l'antesi, 3) alla maturazione latte delle cariossidi, 4) alla maturazione cerea (limitatamente alla razza Cappelli per quest'ultima).

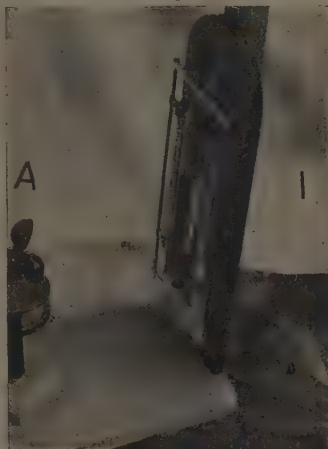


FIG. 4 - Particolare della fig. 1
A: anemometro; I: termoigrometro
installati all'uscita della camera dei vasi

Cure colturali delle piante dopo il trattamento

Le piante, una volta tolte dalla camera di trattamento, venivano divise in due gruppi, uno dei quali comprendeva le piante che continuavano il ciclo di sviluppo all'aperto ed erano irrigate regolarmente tutti i giorni, esclusi ovviamente quelli di pioggia. L'altro gruppo invece era mantenuto in serra con vetri aperti, al riparo dalla pioggia e ricevette solo saltuari e parziali irrigazioni, molto modeste invero. Con questa ripartizione si intendeva analizzare l'influenza del fattore di idratazione del suolo dopo il trattamento. Il gruppo di piante in serra ricevette, come si è detto, una somministrazione d'acqua limitatamente ad una parte dei vasi; questa irrigazione, scarsa e tardiva, non determinò differenze con i vasi non più irrigati dello stesso gruppo, ragion per cui non ne presentiamo i dati relativi.

Analisi dei risultati

L'analisi dei risultati si è effettuata sulla base delle seguenti determinazioni ad esperienze complete:

- 1) — altezza media della piante.
- 2) — lunghezza media della spiga.
- 3) — numero delle spighe.
- 4) — numero unitario delle cariossidi per spiga.
- 5) — peso di 100 cariossidi secche all'aria.
- 6) — peso specifico relativo di 100 cariossidi secche all'aria.
- 7) — germinabilità delle cariossidi.

Di tutti questi dati sono apparsi più significativi agli effetti delle nostre ricerche quelli dei n. 3, 4, 5, e su questi riferiamo ampiamente. Non prendiamo in discussione neppure i caratteri morfologici degli organi vegetativi e di fruttificazione delle piante perchè sono egualmente apparsi di scarsa significatività. L'unico reperto di notevole interesse, a quest'ultimo proposito, sta nell'aver riprodotto in alcune esperienze sul Mentana la cosiddetta « ginocchiatura » del frumento ⁽¹⁾, e su questo fenomeno, che esula dalla nostra trattazione, riferiremo a parte.

(1) Cfr. in *Relazione sull'attività del R. Laboratorio Crittogamico e del R. Osservatorio Fitopatologico durante l'anno 1942*, di R. CIFERRI (Atti Ist. Bot. Pavia Serie V, 1 (1), pag. 19-20, 1943).

FRUMENTO MENTANA

Influenza del trattamento sul numero unitario di cariossidi per spiga e sul loro peso medio unitario

In relazione alla fase di sviluppo delle piante. Il trattamento in fase di botticella determina una quasi assoluta sterilità, ottenendosi un totale di 3 cariossidi su circa 10 spighe (numero medio di cariossidi per spiga 0,3 cariossidi). Le cariossidi sono striminzite e molto piccole. Il trattamento nella fase di preantesi produce una sterilità poco meno marcata della precedente; il numero medio di cariossidi per spiga sale a 1,2, con un peso medio di 100 cariossidi di gr. 0,464. Il trattamento subito dopo l'antesi (1-5 giorni dopo) porta un numero medio di cariossidi per spiga di 4,4 e un peso medio di 100 cariossidi di gr. 1,457. Il trattamento in fase di maturazione lattea conduce ad un numero medio per spiga di 6,2 cariossidi e un peso medio di 100 cariossidi di gr. 1,619. Nei controlli il numero medio di cariossidi per spiga è di 12 cariossidi con un peso medio di 100 cariossidi di gr. 2,370.

Influenza dell'irrigazione dopo il trattamento. Il peso medio di 100 cariossidi nelle piante trattate e irrigate è di gr. 1,558; in quelle trattate e non irrigate è di gr. 0,700 ⁽¹⁾. I controlli non trattati in cui l'irrigazione è stata sospesa alla fine della fase di maturazione lattea hanno dato un peso medio di 100 cariossidi di gr. 2,877; i controlli non trattati e in cui l'irrigazione è stata sospesa a partire dalla fase dell'antesi hanno dato un peso medio di 100 cariossidi di 2,076 gr. Infine i controlli non trattati e irrigati continuamente hanno dato un peso medio di 100 cariossidi di gr. 2,370.

Rapporti tra fase di sviluppo delle piante trattate e irrigazione. Nella fase di botticella le piante trattate e irrigate e quelle trattate e non irrigate non presentano differenze, essendo egualmente quasi sterili. Nella fase di preantesi i due terzi delle piante trat-

(1) Non riportiamo il numero medio delle cariossidi per spiga poichè il danno subito dalle piante rimaste all'aperto e irrigate dopo il trattamento, per opera degli uccelli, ne altera il significato nei confronti con le piante protette in serra, del gruppo non irrigato dopo il trattamento (vedi sopra).

tate ed irrigate e altrettante di quelle trattate e non irrigate sono rimaste sterili; nell'altro terzo per le prime si è avuto un peso medio di 100 cariossidi di gr. 1,437 e di gr. 1,350 per le seconde. Nella fase subito dopo l'antesi le piante trattate ed irrigate presentano un peso medio di 3,286 gr. per 100 cariossidi e quelle non irrigate un peso medio di 0,657 gr. per 100 cariossidi. Il dato per le piante irrigate appare piuttosto anormale e va ricordata, senza poter dire in che relazione stia, l'apparizione in queste piante della « ginocchiatura ». Le piante si presentano robuste e di paglia sana e grossa. Alla fase di maturazione lattea le piante trattate ed irrigate hanno dato un peso medio di 100 cariossidi di gr. 1,947; quelle trattate e non irrigate di gr. 1,170.

Influenza della durata del vento durante il trattamento. La durata del vento nelle varie prove è di 12, 18, 24, 36, 48 ore, ma il numero dei vasi sottoposti nelle singole prove è troppo vario per potersi avere dei dati sicuramente confrontabili. A questo si aggiunga il fatto che le piante trattate nelle fasi di botticella e di preantesi hanno dato una sterilità pressochè assoluta e che questo risultato non ha niente a che vedere con la stretta; questo gruppo perciò non può entrare nel computo degli effetti della durata del vento. Tuttavia anche con tali esclusioni non risulta dai dati una correlazione fra raccolto espresso in peso e durata del vento. A riprova presentiamo i dati raccolti nella tabella III.

TAVOLA III

durata del vento in ore	12	18	24	36	48
peso medio di 100. cariossidi per tutte le prove (1)	1,063	0,573	1,223	1,307	1,521
peso medio di 100 cariossidi per le prove: post-antesi e maturaz. lattea	1,479	0,857	1,903	1,307	1,521
peso medio di 100 cariossidi per la prova: maturazione lattea	1,721	—	1,727	1,307	1,521

(1) Escluse quelle di botticella e preantesi.

Rapporti tra fase di sviluppo delle piante, irrigazione e durata del vento. Rinunciamo a riportare i dati in proposito perchè non vi appaiono relazioni di sorta tra i fattori presi in esame.

Influenza della temperatura del vento durante il trattamento. Nell'esame di questi dati escludiamo, per le ragioni già dette, quelli relativi alle fasi di botticella e di preantesi; quelli della fase subito dopo l'antesi perchè il numero dei vasi è troppo insufficiente per un'analisi, limitandoci alla sola fase di maturazione lattea, della quale riportiamo in tabella gli elementi:

TAVOLA IV

temperatura in gradi C.	34,1	35,1	36,1	37,1	38,1	39,1
	35,0	36,0	37,0	38,0	39,0	40,0
peso medio di 100 cariossidi in grammi	1,233	—	1,381	1,369	1,398	1,269

Da questi elementi risulta che alla temperatura di prova, cioè sopra i 34° C. e fino ai 40° C., i danni provocati dalle temperature sono sensibilmente costanti (controlli: 2,37 gr. per 100 cariossidi) allorchè i venti caldi intervengono nella fase di maturazione lattea delle piante.

Rapporti tra fase di sviluppo delle piante, irrigazione e temperatura del vento. Non riportiamo i dati in proposito perchè privi di relazioni di sorta fra i fattori esaminati.

*Influenza del trattamento sull'altezza delle piante
e sulla lunghezza della spiga*

In relazione alla fase di sviluppo delle piante. Riassumiamo nella seguente tabella i dati relativi medi:

TAVOLA V

fase di sviluppo:	altezza piante cm.	lunghezza spighe cm.
botticella	31	4
preantesi	51	5,9
dopo l'antesi	58	5,6
maturazione lattea	51	6,0
controlli	65	6,3

Il trattamento, come si vede, incide, più sull'altezza delle piante che sulla lunghezza della spiga, e, per quanto riguarda le fasi di sviluppo delle piante trattate, incide notevolmente su quelle in fase di botticella.

Influenza delle irrigazioni. Eccone i dati:

TAVOLA VI

	altezza piante cm.	lunghezza spighe cm.
Controlli non trattati e irrigati	65	6,3
Controlli non trattati in cui l'irrigazione cessa alla fase lattea	69	6,5
Controlli non trattati in cui l'irrigazione cessa con l'antesi	60	5,5
Piante trattate ed irrigate	52	6,3
Piante trattate e non irrigate	52	6,0

L'irrigazione dopo il trattamento non ha effetto sui due fattori considerati, e nelle piante non trattate (controlli) la cessazione dell'irrigazione giornaliera alla fase lattea sembra sortire un effetto benefico, limitatamente ai due fattori considerati.

Influenza della temperatura del vento. Rinunziamo a riportarne i dati, non notandosi oscillazioni significative nelle misurazioni

dell'altezza delle piante e della lunghezza delle spighe, rispetto alle temperature dell'esperimento.

*Rapporto tra il contenuto acqueo
della terra dei vasi e i fattori del trattamento*

Dalle determinazioni del contenuto acqueo della terra dei vasi risulta che la percentuale media del contenuto acqueo dei vasi è del 17,88 %, la quale si abbassa dopo il trattamento, senza tener conto delle fasi di sviluppo delle piante, della durata del vento e della sua temperatura, ad un valore di 12,67 % in media. La perdita complessiva media sarebbe quindi del 5,21 % del contenuto acqueo iniziale, ma tale dato assoluto ha poco interesse.

Influenza della durata del vento. In vasi con piante alla fase di maturazione lattea si sono avuti i seguenti dati nei valori percentuali medi della perdita d'acqua per il trattamento:

Durata del vento:	ore 12	Valore medio percentuale della perdita d'acqua	6,30
	ore 18	»	6,70
	ore 24	»	18,48

La perdita del contenuto acqueo della terra dei vasi oscilla da un minimo di 1,20 % ad un massimo di 24,56 %. Essa è ovviamente maggiore con il prolungarsi del trattamento, sebbene non vi sia differenza nel valore medio con trattamenti di durata di 12 e 24 ore.

Influenza della velocità del vento. Nelle condizioni di esperimento di cui sopra si hanno, rispetto alla velocità del vento, i seguenti valori medi percentuali della perdita d'acqua dei vasi:

Velocità del vento: m. 2,0 al 1"	Valore medio percentuale della perdita d'acqua	7,5
m. 3,5 al 1"	»	8,9
m. 4,0 al 1"	»	9,5
m. 5,5 al 1"	»	16,33

Risulta, come si vede, un aumento della perdita del contenuto acqueo della terra maggiore con l'aumentare della velocità del vento.

Influenza della temperatura del vento. Nelle condizioni di esperimento di cui sopra si hanno, rispetto alla temperatura del vento, i seguenti valori medi percentuali della perdita d'acqua:

Temperatura del vento	33° C.	Valore medio percentuale della perdita d'acqua	3,0
	34° C.	»	7,84
	35° C.	»	8,00
	36° C.	»	21,76

Si osserva che i valori della perdita del contenuto acqueo della terra dei vasi aumentano con l'incremento della temperatura; naturalmente non è possibile pronunciarsi sul valore di questo incremento.

Influenza delle fasi di sviluppo delle piante. Prendiamo ora in considerazione i valori del contenuto acqueo della terra dei vasi all'uscita del trattamento (non le perdite), con le varie fasi di sviluppo delle piante trattate:

Piante in fase di	contenuto acqueo in % dopo il trattamento
botticella	15,96
maturazione lattea	10,43

Come era da prevedere, si ha una perdita d'acqua per traspirazione da parte della pianta, quale risulta dal decremento del contenuto d'acqua del suolo, molto maggiore nella fase di maturazione lattea che nelle fasi prefecondative.

Influenza del trattamento sulla germinabilità delle cariossidi

La germinabilità media delle cariossidi ricavate dalle piante aventi subito i trattamenti sopra specificati, è del 94,8 %; quella dei controlli è del 95 %. Volendo distinguere tra le fasi di sviluppo nelle quali le piante subirono il trattamento e la germinabilità delle cariossidi, si hanno i seguenti elementi:

Germinabilità delle cariossidi delle piante

trattate nella preantesi	93 %
trattate subito dopo l'antesi	87 %
trattate 4-5 giorni dopo l'antesi	94 %
trattate alla maturazione lattea	100 %
trattate alla maturazione lattea avanzata	100 %

I trattamenti effettuati (e la stretta artificialmente provocata) non producono una riduzione del potere germinativo delle cariossidi, ad eccezione del caso in cui i trattamenti stessi siano compiuti in fase subito dopo l'antesi. Sullo sviluppo delle piante nate da queste cariossidi si riferirà in altra nota.

Discussioni dei risultati

Dai dati riassuntivi esposti in precedenza emergono le seguenti conclusioni:

1) il trattamento che tende a riprodurre la stretta nelle piante, effettuato con le modalità espresse in precedenza, porta alla quasi totale sterilità delle spighe, allorchè le piante trattate sono nella fase di botticella. In questo caso non si può dunque parlare di stretta, quale è intesa dalla maggior parte degli studiosi e nel senso che usualmente si dà a questo termine. D'altro canto la sterilità è probabilmente molto rara nelle condizioni medie di cultura del frumento nell'Italia settentrionale e centrale e forse pure rara nell'Italia meridionale insulare. Comunque non terremo conto di questi risultati ai fini del nostro studio.

2) il trattamento delle piante in fasi successive provoca danni tanto maggiori quanto più precocemente si realizzano le condizioni sperimentali per la stretta. È così che i danni sono più gravi nella fase di preantesi che in quella ad antesi avvenuta, e più gravi in questa che in quella di maturazione lattea. Si osservi anche che il trattamento in fase di preantesi porta alla sterilità quasi totale delle spighe, cosicchè, a stretto rigore di termini, si dovrebbero considerare nella stretta solo i danni provocati al frumento durante le fasi che vanno da immediatamente dopo l'antesi fino alla fine della maturazione lattea. Poichè le nostre esperienze si sono arrestate, per questa razza, a tale fase, non possiamo dire se i danni si ripercuotano anche nelle fasi successive alla maturazione lattea; ma è probabile che vi si abbiano danni sempre più attenuati sino alla maturità gialla.

3) l'irrigazione delle piante trattate dà un beneficio che è tanto maggiore quanto meno le piante hanno sofferto della stretta. In particolare l'effetto dell'irrigazione dopo la stretta è diverso secondo la fase di sviluppo della pianta. Le differenze tra piante irrigate e non irrigate è poco percettibile se il trattamento è avvenuto durante la preantesi; della massima importanza se il trattamento ha avuto luogo subito dopo l'antesi; d'importanza ridotta alla maturità lattea. Probabilmente in stadi successivi le differenze si sarebbero ulteriormente attenuate. Tutto ciò è perfettamente giustificato dato che la stretta in fase di preantesi sorprende la pianta quando l'ovario non ha ancora iniziato lo sviluppo e la stretta in fase di maturazione lattea coglie la pianta quando l'ovario fecondato ha raggiunto la dimensione all'incirca massima. Ciò deporrebbe contro l'asserzione di alcuni studiosi su di una totale o quasi totale non funzionalità delle radici avventizie in rapporto all'assunzione d'acqua dal suolo, quando le piante hanno raggiunto il massimo sviluppo vegetativo. D'altro canto si può ammettere che in condizioni di normale idratazione dei tessuti della pianta la funzionalità delle radici possa essere attenuata od anche ridottissima, mentre siano ancora capaci di assumere acqua allorché le piante si trovano in condizioni di eccezionale carenza di umidità, quale si verifica nelle condizioni realizzanti la stretta. Con ciò si spiegherebbero i divari tra le affermazioni dei diversi AA. che hanno lavorato con piante in differente grado di idratazione dei tessuti. Rimane, a questo proposito, da indagare quali possano essere gli eventuali rapporti tra punto di avvizzimento (e in generale pressione di suzione del suolo) e capacità di assunzione d'acqua da parte delle radici avventizie nel frumento di varia età e coltivato sotto condizioni diverse.

4) dalle nostre esperienze non è emersa nessuna correlazione tra durata del vento caldo ed entità dei danni che ne derivano, nei limiti delle modalità delle prove, confermandosi una volta ancora la scarsa o nulla influenza del vento sulla traspirazione delle piante, di cui si è detto nella parte introduttiva. Tutto ciò vale anche nei rapporti tra fase di sviluppo della pianta, durata

del vento e irrigazioni dopo il trattamento. Al contrario un'influenza del vento si ha, riguardo alla durata, sulla perdita d'acqua della terra dei vasi, perdita che è sensibilmente minore nelle fasi più avanzate dello sviluppo delle piante.

5) nei limiti delle temperature da noi realizzate (e cioè tra 33° C. e 40° C.), l'aumento della temperatura del vento non sembra recare danni maggiori per causa della stretta; vale a dire tra 33° e 40° gli effetti sono all'incirca eguali, in fase di maturazione lattea delle piante. Nelle prossime esperienze si dovranno esaminare gli effetti di temperature inferiori ai 33° C. e nelle varie fasi di sviluppo delle cariossidi oltre a quella di maturazione lattea.

6) per ciò che riguarda i danni sullo sviluppo vegetativo delle piante a causa della stretta, si può osservare che i trattamenti che tendono a riprodurre la stretta hanno cagionato nelle piante una riduzione dell'altezza e delle spighe. I valori più bassi si hanno sempre per le piante trattate nella fase di botticella. Si osserva inoltre che gli scarti rispetto ai controlli sono maggiori per i valori dell'altezza delle piante, che per quelli della lunghezza della spiga, sulla quale il trattamento sembra avere poco influito. Contrariamente a quanto si verifica per il peso medio unitario delle cariossidi, non si osservano differenze nell'altezza delle piante e nella lunghezza delle spighe tra le piante trattate ed irrigate e quelle trattate e non irrigate. Nei controlli (piante non trattate) la cessazione dell'irrigazione a partire dalla fase di maturazione lattea sembra avere un'influenza favorevole non solo sull'altezza delle piante e sulla lunghezza delle spighe, ma anche sul valore medio unitario del peso delle cariossidi. L'accordo tra questi tre valori ci sembra giustificare quanto è stato detto sopra circa l'effetto dell'irrigazione sul grado di idratazione delle piante. I controlli irrigati costantemente fino alla fase di cariossidi secche hanno dato valori tutti inferiori a quelli delle piante di controllo in cui, come si è detto, l'irrigazione si è arrestata alla fase di maturazione lattea, ma superiori a quelli in cui l'irrigazione si è arrestata alla fase di botticella. L'altezza delle piante e la

lunghezza della spiga nelle piante trattate non sembrano variare sensibilmente con l'aumentare della temperatura del vento durante il trattamento stesso.

7) in riguardo al contenuto acqueo della terra dei vasi abbiamo già accennato come con il prolungarsi del vento si abbia ovviamente una maggiore perdita d'acqua nella terra dei vasi; egualmente la perdita d'acqua è incrementata con l'aumento della velocità e della temperatura del vento. La percentuale d'acqua che resta nella terra dei vasi è minore allorchè le piante trattate si trovano in fase di sviluppo più avanzato. Ciò è in accordo ai fatti di disidratazione della pianta in queste ultime fasi del suo ciclo di vita.

8) la germinabilità delle cariossidi delle piante trattate appare danneggiata solo quando il trattamento si compie nella fase che segue immediatamente l'antesi, probabilmente per la morte degli ovari appena fecondati; negli altri casi la germinabilità non è danneggiata. Anzi quando il trattamento si compie su piante alla maturazione lattea la germinabilità raggiunge il 100 %, confermando così alcune osservazioni riferite nella parte introduttiva.

FRUMENTO CAPPELLI

Influenza del trattamento sul numero unitario di cariossidi per spiga e sul loro peso medio unitario

In relazione alla fase di sviluppo delle piante. Il trattamento in fase di botticella provoca una sterilità pressochè completa. Il numero unitario di cariossidi per spiga è di 1,2 e il peso medio di 100 cariossidi è di gr. 0,286. Il trattamento in fase di preantesi determina i seguenti risultati: numero medio di cariossidi per spiga 11,6; peso medio di 100 cariossidi gr. 3.199. Con il trattamento in fase di maturazione lattea si hanno i seguenti dati: numero medio di cariossidi di spiga 12,2; peso medio di 100 cariossidi 3,006 gr. (questi dati sono ricavati dalla media di 7 serie di trattamenti con 6 vasi per trattamento, a

cominciare dalla fase iniziale della maturazione lattea). Con il trattamento durante la fase cerea si ha: numero medio di cariossidi per spiga 15,0 (valore da ritenersi però inferiore al reale, essendosi rotte alcune spighe per cause varie). Peso medio di 100 cariossidi gr. 3,598. Nei controlli il numero unitario medio di cariossidi per spiga è di 20; il peso medio di 100 cariossidi è di gr. 3,283.

Influenza delle irrigazioni dopo il trattamento. Il numero medio delle cariossidi per spiga, nelle piante trattate ed irrigate, è di 12,2; in quelle trattate e non irrigate è di 9,8. Il peso medio di 100 cariossidi nelle piante trattate ed irrigate è di gr. 3,190; in quelle trattate e non irrigate è di gr. 2,591. I controlli (piante non trattate) in cui l'irrigazione è stata sospesa nella fase finale della maturazione lattea hanno dato un peso medio di 100 cariossidi di gr. 2,250; i controlli non trattati e irrigati continuativamente fino alla fase secca hanno dato un valore di gr. 3,283. Quelli infine in cui la sospensione dell'acqua è stata effettuata all'inizio della maturazione cerea hanno dato un peso medio di 100 cariossidi di gr. 3,410.

Rapporti tra fase di sviluppo delle piante trattate e irrigazione. Nella fase di botticella le piante trattate e non irrigate sono rimaste completamente sterili; quelle irrigate hanno dato un numero medio di cariossidi per spiga di 1,8 cariossidi ed un peso medio di 100 cariossidi di gr. 0,430. Nella fase di preantesi le piante trattate e non irrigate hanno dato un numero medio di cariossidi per spiga di 4,0, con un peso medio di 100 cariossidi di gr. 1,077; quelle trattate ed irrigate un numero medio di cariossidi per spiga di 16,3 con un peso medio unitario di gr. 4,260. Nella fase di maturazione lattea le piante trattate e non irrigate hanno dato un numero medio di cariossidi per spiga di 13,2 con un peso medio unitario di gr. 2,669; quelle trattate ed irrigate un numero medio di cariossidi per spiga di 13,3 con un peso medio di 100 cariossidi di gr. 3,371. Nella fase di maturazione cerea le piante trattate e non irrigate hanno dato un numero medio di cariossidi per spiga di 18,8 e un peso me-

dio unitario di gr. 3,310; quelle trattate ed irrigate hanno dato un numero medio di cariossidi per spiga di 12,1 ed un peso unitario medio di gr. 3,886.

Influenza della durata del vento durante il trattamento. I dati presentati si riferiscono a tutte le piante trattate, con esclusione di quelle trattate nella fase di botticella. Questa esclusione ci è sembrata legittima in quanto i risultati ottenuti per questa fase non sarebbero stati sensibilmente diversi con il variare della durata del vento, poichè la sterilità di queste piante è in relazione più alla fase delicata che esse attraversano che a fattori

TAVOLA VII

durata del vento in ore	N. medio di cariossidi per spiga	peso medio di 100 cariossidi
3	10,5	2,780
4	18,5	3,205
5	10,0	2,935
6	14,1	2,160
8	13,0	3,045
9	13,0	2,635
10	16,0	3,075
12	11,1	3,175
18	11,5 (11,6)	2,740 (2,842)
24	13,5 (14,6)	3,908 (3,569)
36	13,4 (14,2)	3,582 (4,250)
48	14,1	4,006
75	9,4	2,302
92	8,5	2,923
	11,0	1,100

precipui del trattamento. I dati sono riassunti nella Tavola VII, dall'esame della quale non risulta che la durata del trattamento abbia un particolare rilievo, considerata nel suo insieme.

Rapporti tra fase di sviluppo delle piante, irrigazione e durata del vento. Tralasciamo la fase di botticella per le ragioni già dette. Nella fase di preantesi si ha, rispetto la durata del vento e senza riguardo all'irrigazione:

TAVOLA VIII

durata del vento in ore	12	18	24
N. medio di cariossidi per spiga	10,2	14,2	9,8
Peso medio di 100 cariossidi in gr.	2,130	4,605	2,862

Dalla Tavola VIII non risulta nessuna correlazione tra i fattori esaminati. Prendiamo perciò in considerazione anche l'effetto dell'irrigazione per le stesse piante a parità di durata del trattamento.

TAVOLA IX

Piante trattate in fase di preantesi e non irrigate

durata del vento in ore	12	18	24
N. medio di cariossidi per spiga	2,6	—	5,0
Peso medio di 100 cariossidi in gr.	0,750	—	1,405

TAVOLA X

Piante trattate in fase di preantesi ed irrigate

durata del vento in ore	12	18	24
N. medio di cariossidi per spiga	21,5	13,6	16,3
Peso medio di 100 cariossidi in gr.	3,510	5,310	4,320

Dall'esame delle tavole IX e X si può solo di nuovo mettere in evidenza l'effetto dell'irrigazione dopo il trattamento, ma nessuna correlazione tra durata del vento e fattori esaminati.

Nella fase di maturazione lattea si hanno (rispetto alla sola durata del vento e senza tenere conto dell'irrigazione) gli stessi valori della Tavola VII che vengono corretti limitatamente alle durate del vento di 12, 18 e 24 ore. I valori per dette classi sono quelli segnati in parentesi in detta tavola. L'esame di questi

dati non ci dice niente di più sull'efficacia del fattore durata del vento in relazione alla fase di sviluppo esaminata.

Prendiamo in esame adesso per le stesse piante alla stessa fase di sviluppo il fattore irrigazione come si è fatto in precedenza, i cui dati risultano nelle tavole XI e XII. Ma anche per questa fase di sviluppo delle piante non si osserva correlazione fra il peso medio delle cariossidi e la durata del trattamento, pur separando i due gruppi di piante irrigate e non

TAVOLA XI

Piante trattate in fase di maturazione lattea e non irrigate

Durata del vento in ore	N. medio di cariossidi per spiga	Peso medio di 100 cariossidi in gr.
2	12,6	3,280
3	19,3	2,260
4	10,1	2,500
5	8,6	1,880
6	13,0	2,947
8	12,0	1,925
9	18,5	3,040
10	10,2	2,010
12	10,8	2,655
18	13,0	3,520
24	13,5	4,550
36	11,5	4,325
48	5,5	1,272
75	3,2	2,000
92	11,0	1,100

irrigate. Tanto meno è visibile una correlazione tra numero medio unitario e durata del trattamento. Per le piante irrigate si osserva solo la maggiore costanza dei valori, che sono quasi sempre superiori a quelli delle piante non irrigate, a parità di durata di trattamento.

Nella fase di maturazione cerea la durata del trattamento fu costante per tutto il gruppo di vasi in esperienza e viene quindi a mancare il confronto.

TAVOLA XII

Piante trattate in fase di maturazione lattea ed irrigate

durata del vento in ore	N. medio dei cariossidi per spiga	peso medio di 100 cariossidi in gr.
2	12,6	2,280
3	18,0	4,270
4	9,0	3,375
5	19,6	3,440
6	14,3	3,142
8	14,2	3,340
9	13,5	3,110
10	12,6	4,340
12	12,5	3,030
18	16,2	3,600
24	15,0	3,960
36	16,2	3,885
48	8,0	3,333
75	19,0	3,847

Influenza della temperatura del vento durante il trattamento. Nell'esame di questi dati escludiamo, come si è già fatto in precedenza e per le stesse ragioni, le prove eseguite su piante in botticella. I dati si riferiscono quindi alle fasi dalla preantesi alla maturazione cerea, per tutte le piante considerate globalmente.

TAVOLA XIII

Temperatura in gradi C.	27,1	29,1	31,1	33,1	35,1	37,1
	29,0	31,0	33,0	35,0	37,0	39,0
N. medio di cariossidi per spiga	14,3	13,9	13,0	13,0	11,5	7,4
Peso di 100 cariossidi in gr.	3,625	3,672	3,189	3,004	2,815	2,089

Dall'esame della tabella risulta una correlazione soddisfacente fra aumento delle temperature del vento e fattori esaminati nelle piante.

Rapporti tra fase di sviluppo delle piante, irrigazione e temperatura del vento. Limitiamo l'esame alla sola fase di maturazione lattea più ricca di elementi e di dati, separando le piante irrigate dopo il trattamento, e raggruppando le classi di temperatura come per la tavola XIII.

Dall'esame dei dati della tavola XIV risulta che i valori dei pesi medi per 100 cariossidi si abbassano considerevolmente e in parallelo con la temperatura del vento. La tavola rende ora più evidente quanto, si è già osservato nella tavola XIII, dove i dati erano quelli di tutte le piante, presi indipendentemente dalle loro fasi di sviluppo e dall'irrigazione. A parità quindi di fase di sviluppo delle piante (maturazione lattea) e di non irrigazione dopo il trattamento, la temperatura del vento rappresenta un fattore importante della stretta. I valori relativi al numero medio di cariossidi per spiga non hanno invece una correlazione così netta con l'andamento delle temperature del vento e ciò è spiegabile dato l'ordine di fenomeni in esame.

TAVOLA XIV

Piante trattate in fase di maturazione lattea e non irrigate

Temperatura in gradi C.	25,1	27,1	29,1	31,1	33,1	35,1	37,1
	27,0	29,0	31,0	33,0	35,0	37,0	39,0
N. cariossidi per spiga	12,4	13,0	12,2	10,8	12,3	10,2	6,2
Peso di 100 cariossidi in gr.	3,062	3,520	3,650	2,652	2,643	1,710	1,324

Dall'esame dei dati della tavola XV non risulta chiaramente una correlazione fra la temperatura del vento e il peso medio delle cariossidi, come si è invece osservata per il caso precedente.

TAVOLA XV

Piante trattate in fase di maturazione lattea e irrigate

Temperatura in gradi C.	25,1	27,1	29,1	31,1	33,1	35,1	37,1
	27,0	29,0	31,0	33,0	35,0	37,0	39,0
N. cariossidi per spiga	12,8	13,0	16,6	13,0	13,3	—	12,4
Peso di 100 cariossidi per spiga	3,158	4,000	3,705	3,504	3,221	—	3,590

Se ne deduce che l'irrigazione dopo il trattamento mitiga gli effetti della stretta, riducendo i danni, come è probabile avvenga anche in campo. Egualmente manca una correlazione fra temperatura del vento e numero medio unitario di cariossidi per spiga.

*Influenza del trattamento sull'altezza delle piante
e sulla lunghezza della spiga*

Rapporti in relazione alla fase di sviluppo delle piante. Riassumiamo nella tavola seguente i dati relativi medi:

TAVOLA XVI

fase di sviluppo	altezza piante cm.	lunghezza spiga cm.
botticella	35	2,4
preantesi	52,5	3,5
maturazione lattea	51	3,3
maturazione gialla	53	3,1
controlli non trattati	50	3,5

L'effetto del trattamento è ben visibile sulle piante trattate in fase di botticella; nullo per le rimanenti fasi.

Influenza delle irrigazioni. Ecco i dati medi relativi:

TAVOLA XVII

	altezza piante cm.	lunghezza spiga cm.
Controlli non trattati ed irrigati	50	3,5
Controlli non trattati in cui l'irrigazione cessa alla fine maturaz. lattea	55	3,5
Controlli non trattati in cui l'irrigazione cessa alla fase cerea	50	3,5
Piante trattate ed irrigate	48	3,3
Piante trattate e non irrigate	55	3,2

L'irrigazione sortì un effetto sfavorevole rispetto all'altezza delle piante, sia sulle piante trattate che sui controlli, e questo effetto si annulla appena cessa l'irrigazione eseguita nelle fasi ultime della vita della pianta.

Influenza della temperatura del vento. Non riportiamo per esteso i dati relativi non apparendovi nessuna oscillazione significativa in relazione al variare della temperatura del vento nelle singole prove.

*Rapporto tra il contenuto acqueo della terra dei vasi
e i fattori del trattamento*

Il contenuto acqueo della terra dei vasi, dopo il trattamento, risulta di un valore medio dell'11,38 %. Rispetto alle varie fasi di sviluppo delle piante trattate si hanno i seguenti dati:

Piante in fase di	contenuto acqueo in % dopo il trattamento
botticella	11,46
maturazione latte	9,74

Si conferma quindi la maggiore traspirazione da parte delle piante nelle fasi di avanzato sviluppo, risultante dal decremento del contenuto acqueo del suolo.

Influenza del trattamento sulla germinabilità delle cariossidi

La germinabilità media delle cariossidi nelle piante trattate è del 96,2 %; quella dei controlli è del 96,0 %. Volendo distinguere in relazione alle fasi di sviluppo delle piante trattate si hanno i seguenti dati:

TAVOLA XVIII

Germinabilità delle cariossidi delle piante:

trattate nella fase di botticella	100 %
trattate nella preantesi	91 %
trattate nella maturazione latte iniziale	88 %
trattate nella maturazione latte più progredita	98 %
» » » » » »	94 %
» » » » » »	95 %
» » » » » »	98 %
» » » » » avanzata	100 %
» » » » » più avanzata	100 %
trattate nella maturazione cerea	98 %

I valori sopra indicati si riferiscono alle singole diverse serie di piante in esperimento; si osserva che i trattamenti non provocano riduzione sensibile del potere germinativo delle cariossidi, ad eccezione del caso in cui essi siano effettuati nella fase che segue immediatamente la fecondazione, a partire da questo momento con lo sviluppo ulteriore della pianta e della maturazione l'influenza del trattamento sulla germinabilità manca del tutto.

Discussione dei risultati

Dai dati esposti emerge quanto segue:

1) il trattamento con venti caldi nella fase di botticella provoca una quasi completa sterilità. Ma già dalla fase immediatamente successiva all'antesi fino a quella di maturazione cerosa, il trattamento effettuato con le modalità delle nostre esperienze, importa danni nulli o ridottissimi. Comparando questo risultato con quello nel frumento Mentana emerge immediatamente la maggiore arido-resistenza del Cappelli e quindi il migliore adattamento ecologico nella zona di cultura meridionale e insulare, dove la stretta è più frequente e più grave.

2) l'efficacia dell'irrigazione dopo il trattamento è stata sensibile, ma proporzionalmente minore che nel Mentana. Nella fase di maturazione cerosa l'irrigazione non ha avuto effetto o l'effetto è stato deprimente, sia sul peso medio delle cariossidi, sia sull'altezza delle piante. Tutto ciò concorda con l'accentuata aridofilia del Cappelli.

3) queste conclusioni generali si confermano esaminando i rapporti tra trattamento e raccolto, in relazione alle diverse fasi di sviluppo delle piante trattate e alla eventuale irrigazione dopo il trattamento. La stretta che si verifica durante la fase di botticella non induce una sterilità così completa come nel Mentana, se le piante sono irrigate dopo il trattamento. Gli effetti della stretta provocati artificialmente si attenuano con l'avanzare della maturità delle piante, e in maniera molto sensibile se al trattamento segue l'irrigazione. Alla fase di maturazione cerea la stretta provocata artificialmente ha un effetto pressochè nullo sul raccolto. Vi è un effetto diverso sui controlli non trattati se l'irrigazione è arrestata più o meno precocemente. Le piante di controllo in cui l'irrigazione cessa alla fine della maturazione lattea hanno un'altezza maggiore delle piante irrigate continuamente, mentre il peso medio delle cariossidi è a queste inferiore.

4) dai nostri dati non è possibile trovare una relazione fra la durata del trattamento, la fase delle piante trattate e il rac-

colto, sia per il numero delle cariossidi per spiga sia per il peso. Si può solo concludere per un effetto nettamente depressivo sul numero e sul peso delle cariossidi dopo oltre 36 ore di trattamento. In ogni caso l'irrigazione dopo il trattamento ha attenuato, talvolta in misura notevole, i danni della stretta artificiale. Inoltre le piante trattate nelle fasi di maturazione lattea e successivamente irrigate sino a maturità hanno dato pesi unitari delle cariossidi sensibilmente più costanti, di quanto non si sia avuto per le stesse piante nella stessa fase e non irrigate dopo il trattamento. Tale costanza è indipendente dalla durata del trattamento, a partire dalle 4 ore sino alle 75 ore. Si conferma così, con maggiori elementi, che il vento non ha azione di per sé stesso nel produrre i danni della stretta, come si era già rilevato per il Mentana.

5) rispetto alle temperature del vento, a cominciare a 27° C. sino a 39° C. si osserva l'influenza nettamente deprimente sia sul numero delle cariossidi, sia (più palesemente) sul loro peso. L'effetto è particolarmente marcato a partire dai 35° C.

6) limitando l'esame alla fase di maturazione lattea e all'effetto dell'irrigazione dopo il trattamento in relazione alle temperature, si conferma che l'idratazione del suolo attenua molto notevolmente i danni della stretta per ciò che si riferisce ai pesi medi delle cariossidi. Si è osservato nuovamente l'effetto depressivo con i venti a temperature oltre i 35° C. e quello sensibile con i venti tra 31° e 35° C. di temperatura.

7) per ciò che riguarda l'effetto del trattamento sull'altezza delle piante e la lunghezza delle spighe, si osserva una riduzione dell'altezza nelle piante trattate nella fase di botticella parallelamente ad una riduzione della lunghezza della spiga. Come si è già detto si è constatata invece un'azione depressiva nell'irrigazione continuata fino alla maturazione secca sia nelle piante trattate sia nei controlli, limitatamente alla sola altezza delle piante, giacché la lunghezza delle spighe non è influenzata dalla irrigazione. Nei controlli non trattati in cui l'irrigazione cessa alla fine della maturazione lattea si ha un effetto favorevole sull'altezza

delle piante ma non sul peso medio delle cariossidi, contrariamente a quanto invece si è visto nel Mentana dove l'effetto favorevole appare rispetto ad ambedue i fatti considerati.

8) riguardo al contenuto acqueo della terra dei vasi si confermano le osservazioni già effettuate per il Mentana, limitatamente alle fasi di sviluppo delle piante trattate. La percentuale d'acqua che resta nella terra dei vasi è minore allorchè le piante trattate si trovano in una fase più avanzata del loro sviluppo.

9) la germinabilità delle cariossidi delle piante trattate è danneggiata, sia pure modicamente, solo quando il trattamento colpisce le piante nella fase che segue immediatamente la fecondazione. Nel nostro caso il trattamento effettuato all'inizio della maturazione lattea determina infatti il valore più basso delle percentuali di germinazione. È notevole, invece, che il trattamento nella fase di botticella, pur provocando una quasi totale sterilità della spiga, non influisce affatto sulla germinabilità delle poche cariossidi che la pianta riesce a portare avanti. Egualmente nulla è l'influenza nella fase di maturazione lattea più o meno avanzata.

10) abbiamo rinunciato a presentare i protocolli intorno al peso specifico relativo poichè i dati non presentano una sufficiente omogeneità a causa di vari fattori accidentali che interferiscono nelle misurazioni.

CONCLUSIONI E RIASSUNTO

Premessa qualche notizia storica sulla stretta e sulla definizione di questa alterazione del frumento, sulla base dei dati sino ad oggi acquisiti, si esaminano le condizioni ecologiche per le quali si verifica la stretta in natura, i danni provocati, e le modalità di prevenzione raccomandate solitamente dagli studiosi.

Si riassumono successivamente i dati fondamentali sulla fisiologia della fioritura e della maturazione del frumento, concludendo che l'acme traspiratorio che si ha alla fioritura è correlato con una serie di fatti fisiologici, quali il contenuto in azoto protidico, l'attività respiratoria, la modificazione dell'area fogliare, la modificazione dell'incremento del peso secco, la modificazione dell'attività fotosintetica ed infine la variazione del contenuto di acqua dei tessuti.

Si discutono i dati acquisiti circa l'influenza dei fattori dell'ambiente ecologico sul bilancio idrico delle piante, mettendo in particolare evidenza l'influenza preponderante dell'illuminazione e della temperatura, e cercando di chiarire i divari tra le esperienze dei vari AA. circa l'influenza del vento.

In base a queste analisi preliminari si considera opportuno, agli effetti del nostro studio, suddividere in tre fasi lo sviluppo delle cariossidi, corrispondenti ad una diversa predominanza del biochimismo:

a) una fase di accumulo di protidi nelle cariossidi, che va dall'inizio di sviluppo dello sporofito alla maturazione latteia;

b) una fase intermedia di accumulo di protidi e glucidi nelle cariossidi, che va dalla fase di maturazione latteia a quella di maturazione gialla;

c) una fase di accumulo di glucidi nelle cariossidi, che dalla maturazione gialla va alla maturazione completa delle cariossidi.

In conseguenza di quanto sopra non si considera opportuno far corrispondere alla stretta l'incidenza di fattori ecologici che

esasperano la traspirazione nelle piante di frumento prima dell'emersione della spiga, o, come si suol dire, in botticella.

In un apposito capitolo sono descritte le condizioni realizzate sperimentalmente per lo studio della stretta, e i risultati vengono analizzati particolareggiatamente e riassunti separatamente per la razza Mentana, mesofila (o mesoigrofila) e per la razza Cappelli, aridofila.

Le conclusioni più interessanti raggiunte sperimentalmente sono:

- 1) il trattamento delle piante in fase prima della emersione della spiga o subito prima e dopo l'antesi, provoca una totale o quasi totale sterilità della spiga nelle due razze sperimentate. Si ha quindi, in tal caso, una sintomatologia che non ha rapporto con quella della stretta, a meno che non la si voglia considerare come la condizione estrema della stretta stessa. È da osservare che la sterilità in queste piante non è solamente conseguenza della disidratazione della terra dei vasi, ma anche in relazione al trattamento con venti caldi. Già AZZI (1942) aveva fatto osservare che una siccità prolungata o eccessiva nei quindici giorni che precedono l'emersione della spiga, provoca la sterilità delle piante di frumento. Nelle nostre esperienze quando l'irrigazione delle piante segue il trattamento, si manifesta egualmente una sterilità, e l'irrigazione non è sufficiente a determinare una granigione normale sia nella razza Mentana che nella Cappelli. Quest'ultima appare più resistente ai trattamenti con venti caldi e forse anche più sensibile all'effetto dell'irrigazione dopo il trattamento. Una tale resistenza e una tale sensibilità appaiono maggiori quando le piante sono trattate in fase di preantesi. Nulla di simile si è osservato nelle piante della razza Mentana che resta profondamente alterata per effetto del trattamento.
- 2) è con il trattamento in fase di maturazione lattea, che si ha la riproduzione sperimentale più caratteristica della stretta. Il fenomeno è maggiormente avvertito nella razza Mentana che

in quella Cappelli, ed in ambedue le razze per le piante non irrigate dopo il trattamento con vento caldo. I danni della stretta sono maggiormente avvertiti quanto più la fase di maturazione lattea è all'inizio. L'irrigazione susseguente al trattamento mitiga i danni solo in maniera lieve nel Mentana e poco più sensibilmente nel Cappelli.

3) Il trattamento in fase di maturazione cerosa è stato limitato alla sola razza Cappelli. In questa fase non si è potuto riprodurre la stretta giacchè le piante sembrano poco sensibili al trattamento sperimentale, e solo la mancanza di irrigazione ha favorito una lieve apparizione della stretta. Si può presumere, quindi, che nelle fasi successive di maturazione gialla e di maturazione completa, i fattori ecologici non abbiano più influenza nel provocare la stretta.

Per quanto riguarda l'azione singola dei vari fattori ecologici presi in esame sperimentalmente, si viene alle seguenti conclusioni:

4) La durata del vento non ha nessun effetto evidente, da 2 ore in su.

5) Lo stesso si dica per le velocità del vento.

6) Un'influenza sensibile è esercitata dalla temperatura del vento, senza che per altro alle variazioni di temperatura esaminate (fra 25° C. e 39° C.) corrispondano delle variazioni progressive dei danni della stretta. Si deve tenere in conto che le temperature sopra dette esprimono i valori medi della temperatura durante il corso delle esperienze. È per questa ragione che anche le temperature tra 25° - 27° C., al livello della soglia termica della stretta o immediatamente sotto (AZZI pone tale soglia a 27° C. e PIETTRE afferma che la stretta sperimentale può aversi anche a 26° C.) hanno provocato la stretta nelle nostre esperienze. Per le temperature superiori i danni sono accentuati al di sopra di 35° C. per la razza Mentana, e notevolmente accentuati per la razza Cappelli al disopra di 37° C. Alla fase di ma-

turazione cerea non si ha invece, per quest'ultima razza, la stretta alle temperature sperimentate.

7) Un'influenza sensibile è pure esercitata dalla mancanza di irrigazione dopo il trattamento con vento caldo, e si manifesta in un aggravamento dei danni; nelle piante irrigate dopo il trattamento i danni sono sempre sensibili ancorchè più lievi, e maggiori nelle piante di razza Mentana, che in quella Cappelli.

8) Non è stato preso in esame sperimentale il fattore luce. Va notato però che i testimoni sono stati mantenuti nelle stesse condizioni di luce delle piante di prova. L'indagine sperimentale di questo fattore sarà compiuta nelle successive ricerche.

9) Gli effetti del trattamento sono stati notevolmente sensibili sul peso medio unitario delle cariossidi, molto meno appariscenti sul numero medio di cariossidi per spiga, pressochè nulli sulla lunghezza della spiga. L'effetto del trattamento sull'altezza delle piante è invece scomponibile a seconda che a questo segua o no l'irrigazione. In tale secondo caso si ha, difatti, limitatamente alla razza Cappelli, una correlazione negativa, cioè le piante trattate ed irrigate (come i controlli irrigati) sono meno alti delle piante trattate e non irrigate (come i controlli relativi). Tale correlazione manca nella razza Mentana. Il trattamento sperimentale non ha influito infine sulla germinabilità delle cariossidi, ad eccezione del caso in cui esso è stato effettuato in fase subito prima o dopo l'antesi. Sullo sviluppo delle piante nate da queste cariossidi si riferirà in un secondo tempo. Un effetto secondario ma degno di rilievo ci sembra quello delle variazioni del contenuto acqueo della terra dei vasi, le quali risultano maggiori quando le piante sono in fase di maturazione lattea.

10) I danni della stretta sono messi in evidenza dalle seguenti tabelle, dove è fatto eguale a 100 il prodotto ottenuto per i controlli (irrigati continuamente fino alla fase di maturazione piena). Nella Tavola XIX i rendimenti sono indicati per le piante trattate globalmente, senza tener conto del gruppo irrigato e non irrigato, facendo riferimento alla fase di sviluppo, nella quale vennero trattate.

TAVOLA XIX

		MENTANA	CAPPELLI
Piante di controllo	Prodotto:	100	100
Piante trattate in fase di botticella	»	praticamente zero	0,4
Piante trattate in fase di preantesi	»	1,7	56
Piante trattate dopo la antesi	»	22	—
Piante trattate in fase di maturazione lattea	»	35	55
Piante trattate in fase di maturazione cerosa	»	—	82

I trattamenti sulla razza Mentana per le tre prime fasi di sviluppo conducono, come si è detto ripetutamente, ad una totale o parziale sterilità; nella terza fase si ha invece la stretta, del tipo più comune. Per la razza Cappelli si ha, invece, sterilità per la prima fase (botticella); stretta per le fasi successive; nessun effetto nella fase di maturazione cerosa, tranne una diminuzione, modesta invero, di prodotto.

Con riferimento all'irrigazione e alla varia influenza sulle piante trattate e sui controlli, si hanno i seguenti dati:

TAVOLA XX

		MENTANA	CAPPELLI
Piante di controllo, irrigate continuativamente fino alla maturazione piena	Prodotto:	100	100

Segue: TAVOLA XX

		MENTANA	CAPPELLI
Piante di controllo, in cui l'irrigazione cessa alla fase di maturazione cerosa	Prodotto:	—	103
Piante di controllo, in cui l'irrigazione cessa alla fase di maturazione lattea	»	—	68
Piante di controllo, in cui l'irrigazione cessa all'antesi	»	80	—
Piante trattate in fase di preantesi ed irrigate continuativamente	»	5	—
Piante c.s. ma non irrigate	»	5	6
Piante trattate in fase dopo l'antesi ed irrigate continuativamente	»	50	—
Piante c.s. ma non irrigate	»	9	—
Piante trattate in fase di maturazione lattea ed irrigate continuativamente	»	42	68
Piante c.s. ma non irrigate	»	25	53
Piante trattate in fase di maturazione cerea ed irrigate continuativamente	»	—	71
Piante c.s. ma non irrigate	»	—	94

L'effetto dell'irrigazione sul Mentana è evidente con l'attenuazione dei danni nelle fasi dopo l'antesi e di maturazione lattea; nel Cappelli l'irrigazione ha effetto benefico nell'attenuare i danni nelle piante trattate in genere; l'arresto dell'irrigazione nei controlli ha invece beneficio quando avviene alla fase di maturazione lattea.

Riguardo all'influenza della temperatura si hanno i seguenti dati sul rendimento in prodotto (Tavola XXI), dalla quale risulta evidente che l'aumento di temperatura provoca maggiori danni e tanto più gravi quando è seguito dalla cessazione dell'irrigazione. Gli scarti che si osservano debbono imputarsi al numero ridotto di piante per ciascuna fase esaminata e per i vari gruppi entro le fasi (temperatura, irrigazione):

TAVOLA XXI

		MENTANA	CAPPELLI	
Piante di controllo	Prodotto:	100.	100	Medie
Piante trattate:				
a 27°-29°C. ed irrigate	»	—	79	74
» e non irrigate	»	—	69	
a 29°-31°C. ed irrigate	»	—	93	80
» e non irrigate	»	—	67	
a 31°-33°C. ed irrigate	»	—	69	56
» e non irrigate	»	—	43	
a 33°-35°C. ed irrigate	»	26	65	57
» e non irrigate	»		49	
a 35°-37°C. irrigate e non irrigate	»	29	—	
a 37°-39°C. ed irrigate	»	29	67	39
» e non irrigate	»		12	
a 39°-40°C. irrigate e non irrigate	»	27	—	

11) Ci sembra di avere così raggiunto lo scopo principale di questa prima indagine sperimentale sulla stretta, consistente nel precisare le condizioni sperimentali relative alla fase di sviluppo delle piante e i fattori ecologici per la riproduzione della stretta. Questo risultato costituisce la base necessaria per ulteriori esami e per la ricerca di una graduatoria della resistenza delle razze italiane alla stretta.

In sintesi questi fattori sono: trattamento di piante di frumento, in fase di maturazione lattea iniziale o comunque non molto avanzata, con venti caldi a temperature sopra i 27° C., per durate anche brevi (dalle due ore in avanti) e con velocità del vento da 2 a 12 metri al minuto secondo.

Bibliografia

- AAMODT O. S. and JOHNSTON W. H. (1936) *Studies on drought resistance in spring wheat*. Canad. Jour. Res. **14** (3).
- ARNY A. C. and GARBER R. J. (1918) *Variation and correlation in wheat, with special reference to weight of seeds planted*. Journ. Agric. Res. **14**, 359-392.
- ARTHUR J. M. and STEWART W. D. *Transpiration of tobacco plants in relation to radiant energy in the visible and infra-red*. Contr. Boyce Thompson Inst. Plant Res. **5**, 483-501. 1933.
- BAYLE-BARELLE G. (1809) *Monografia agronomica dei cereali*. Milano.
- BAVLES B. B. (1936) *Influence of environment during maturation on the disease reaction and yield of wheat and barley*. Journ. Agric. Res. **58** (10), 717-748.
- BRACKEN J. (1917) *The value of rusted or shrunk wheat for seed*. Sask. Dept. Agric. Field. Husb., Circ. **24**.
- BRICCOLI M. (1931) *Effetto dei fattori meteorologici sul tenore di glutine*. Ann. Tecn. Agr. **4** (2), 193-203.
- (1933) *L'epoca della semina dei grani autunnali in Italia*. La Meteorologia Prat. **14** (5-6), 1-4 (estr.).
- BRIDGE J. H. (1916) *Rusted wheat and the seed situation for the year 1917*. Man. Agric. Coll. Circ. **88**.
- BRIGGS L. J. and SHANTZ H. L. (1916) *Daily transpiration during the normal growth period and its correlation with the weather*. Jour. Agr. Res. **7**, 155-212.
- (1916) *Hourly transpiration rate on clear days as determined by cyclic environmental factors*. Journ. Agric. Res. **5**, 583-649.
- CANEVAZZI E. (1892) *Vocabolario di Agricoltura*. Rocca S. Casciano.

- CALDWELL J. S. (1931) *The relation of environmental conditions to the phenomenon of permanent wilting in plants*. *Physiol. Res.* 1, 1-56.
- DE GASPERI A. (1933) *Effetto dei fattori metereologici sulla produzione e la qualità della sementa*. *La Metereologia Prat.* 14, 232-238.
- DRAGHETTI A. (1921) *Contributo alla stretta del frumento. Ricerche dei caratteri fisici, chimici ed agrari delle cariossidi*. *Le Staz. Sper. Agr. Ital.* 54, 257-277.
- (1924) *Contro la siccità e contro la stretta*. *L'Italia Agricola* 56, 304-307.
- (1927) *Forme e limiti dello xerofitismo nel frumento*. Forlì.
- DUFFAS F. (1927) *La structure anatomique de la feuille de blé et l'échaudage*. *Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse*, 420-423.
- FERRARIS T. (1928) in *Curiamo le piante*, 5, 52-55.
- GIORNALE AGRARIO TOSCANO. (1840). Firenze.
- HENDERSON F. Y. (1926) *On the effect of light and other conditions upon the rate of water-loss for mesophyl*. *Ann. of Bot.* 40, 507-536.
- HENDRICKSON A. H. e VEHMEYER F. T. (1931) *Influence of dry soil on root extension*. *Plant Physiol.* 6, 567-576.
- KALÉ G. (1931) *Recherches anatomiques, chimiques, physiologiques et genetiques sur Triticum vulgare Host. et contribution à l'étude de l'échaudage*. Toulouse.
- KIDD F. and WEST C. (1918) *Physiological predetermination: the influence of the physiological condition of the seed upon the course of subsequent growth and upon the yield*. I. *The effects of soaking seeds in water*. *Ann. Appl. Biol.* 5, 1-10.
- (1918) *id. id.* II-IV. *Review of literature* (Chapters I-III). *Ann. Appl. Biol.* 5, 112-142, 157-170, 220-251.
- KIESSELBACH T. A. and HELM C. A. (1917) *Relation of size of seed and sprout value to the yield of small grain crop*. *Nebr. Agric. Exp. St., Res. Bull.* 11; 73 pag.
- KÔKETSU R. (1928) *Variation of the water content of leaves as related to the wilting of plants*. *Journ. Dept. Agric. Kiushu Imp. Univ.* 2 (3), 93-116.
- KUCHERYAEN A. M. (1917) *Different stages of grain development and their influence on the subsequent productivity of spring wheat*. *U. S. S. R. Exp. Gen., Pl. and Anim. Breed. Proc.* (1929) 4, 199-207 (in russo).
- LASTRI M. (1787) *Corso di Agricoltura* (1801). Firenze.
- LEPESCHIN W. W. (1930) *Light and permeability of protoplasm*. *Amer. Journ. Bot.* 17, 953-970.
- LIVINGSTON B. F. (1914) *Light intensity and transpiration*. *Bot. Gaz.* 52, 417-438.
- MAGAZZINI V. (1625) *Coltivazione toscana*. Venezia.
- MANZONI L. e ORSENIGO G. (1940) *L'influenza del vento sulla traspirazione delle piante*. *Atti R. Ist. Ven. Sc. Lett. Arti.* 99 (11), 821-829.
- MANZONI L. e PUPO A. (1934) *Sur la transpiration du blé en fonction des facteurs du climat*. *C. R. Ac. de Scienc.* 198, 1-3 (estratto),
- (1935) *Sulla traspirazione del frumento in relazione ai fattori climatici*. *Atti R. Ist. Ven. Sc. Lett. Arti.* 94, (11), 319-367.
- MARIMPIETRI L. (1933) *Sulle variazioni del contenuto in sostanze proteiche ed in fitina nelle cariossidi di frumento durante il loro sviluppo*. *Ann. R. St. Chimica-Agr. Roma*, 2, 14, Pubbl. 302, pag. 19.

- MEAD M. W. (1933) *Seed injury in wheat and infection by Helminthosporium sativum* P. H. et B. Proc. World's Grain Exhib. and Conf. Regina, Can., 2, 278-282.
- (1939) *Shrivelling of wheat kernels by stem rust and its effect on seed value*. Scient. Agric. 19 (7), 481-493.
- MILIANI R. (1931) *La determinazione degli equivalenti meteorologici della stretta di caldo*. La Meteorologia Prat. 11, 259-263.
- (1932) *La precocità come forma di adattamento alle condizioni di clima arido-caldo*. La Meteorol. Prat. 12, 131-137.
- (1933) *La germinabilità dei frumenti e le condizioni meteorologiche durante la granigione*. La Meteorol. Prat. 24, 239-242.
- MONTEMARTINI L. (1918) *Ricerche anatomo-fisiologiche sopra le vie acquifere delle piante*. Atti Ist. Bot. Pavia, serie II, 15, 109-206.
- (1932) *Azione della luce sopra la forza d'attrazione del protoplasma per l'acqua*. Lavori R. Ist. Bot. Palermo, 3, 126-127.
- (1933) *Ancora sull'azione della luce sopra la forma d'attrazione del protoplasma nell'acqua*. Ibid., 4, 68-87.
- PANTANELLI E. (1924) *Per la tutela del grano duro nel meridionale*. La Propaganda Agr. 16, 17-24.
- (1929) *Agronomia*. Milano.
- PEGLION V. (1934) *Le malattie delle piante coltivate cagionate da parassiti vegetali o da agenti inanimati*. Casale Monferrato.
- PERCIVAL M. (1921) *The wheat plant. A monograph*. London.
- PEROTTI R. (1931) *Per la lotta contro la stretta dei cereali*. Boll. R. Ist. Sup. Agr. Pisa, 8, 7-15.
- PIETTRE M. (1934) *Maturation des grains de blé. Influence de quelques phénomènes physicochimiques*. C. R. Acad. Sc. Paris, 198, 608-610.
- RE F. (1805) *Saggio teorico-pratico sulle malattie delle piante*. Venezia.
- RIDOLFI C. (1862) *Lesioni orali*. Firenze.
- SHANTZ H. L. (1927) *Drought resistance and soil moisture*. Ecol. 8, 145-157.
- SHANTZ H. and PIENEISEL L. N. (1926) *The water requirement of plants at Akron*. Col. Journ. Agric. Res., 34, 1093-1190.
- STEFANOVSKY I. A. (1927) *The drought-resistance of wheats*. Boll. Appl. Bot. Gen., Pl. Breed. 5 A (3) Wheat, 80 pag. (in russo).
- STOA F. E., BRENTZEL W. E. and HIGGINS E. C. (1936) *Shrivelled light weight wheat. Is it suitable for seed?* N. G. Agric. Exp. St., Circ. 59.
- TALANOV V. V. (1921) *La zona ottima di distribuzione per le razze elette di frumenti autunnali e marzuoli nell'U. R. S. S.* Ist. Bot. Appl. (citato da BRICCOLI, 1931).
- TAYLOR J. W. e MC CALL M. A. (1936) *Influence of temperature and other factors on the morphology of the wheat seedling*. Journ. Agr. Res., 52, 557-568.

Indice dei volumi della SERIE 5

Vol. I

- Vol. I (1) R. CIFERRI. - *Relazione sull'attività del R. Laboratorio Crittogamico e del R. Osservatorio Fitopatologico durante l'anno 1942* (pagg. 1-83) 1943 L. 20,—
- Vol. I (2) R. CIFERRI, E. BALDACCI, G. BARBENSI, L. CAVALLI, G. GALLINA. - *Indagini tossicometriche sugli anticrittogamici I-X* (pagg. 85-214) 1943 » 25,—
- Vol. I (3) E. BALDACCI, R. CIFERRI. - *Studi sulla « stretta » dei cereali. I* (pagg. 215-276) 1944 » 12,—
- Vol. I (4) R. CIFERRI. - *Relazione sull'attività del Laboratorio Crittogamico e dell'Osservatorio fitopatologico durante l'anno 1943* (in preparazione).

Vol. II

- Vol. II (1) V. GIACOMINI e N. ARIETTI. - *Studi sulla flora e sulla vegetazione delle Prealpi Lombarde I-III* (pagg. 1-120) 1943 » 30,—

Vol. III

- Vol. III (1) P. REDAELLI e R. CIFERRI. - *Relazione sul primo quinquennio (1938-1943) di attività del Centro di Micologia Umana e Comparata* (pagg. 1-89) 1943 » 15,—
- Vol. III (2) R. CIFERRI, P. REDAELLI e F. DOMENICI. - *La microflora del cadavere umano. I* (pagg. 94-136) 1943 » 30,—
- Vol. III (3) E. BALDACCI. - *Contributo alla sistematica degli Attinomiceti. X-XVI.* - F. COLONNELLO. - *Il Geotrichum candidum quale ospite dell'organismo umano* (in corso di stampa).
- Vol. III (4) P. REDAELLI. - *Aggiornamento delle conoscenze sulla genetica dei microrganismi* (in preparazione).

Vol. IV

- Vol. IV (1) N. ARIETTI. - *La flora di Val Camonica* (in preparazione).

Essiccate e Pubblicazioni degli Istituti

ESSICCATE

- S. GAROVAGLIO - *Bryotheca austro-italica* Dec. I-XXX. (1832-46) (esaurita).
S. GAROVAGLIO - *Lichenotheca italica* - Ed. I - Decadi 25 (1836-44) - Ed. II - Decadi 46 (1846-49) (esaurita).
S. GAROVAGLIO - P. MANDELLI - *Filices Provinciae Comensis* (1837) (esaurita).
G. BRIOSI - F. CAVARA - G. POLLACCI - *I funghi parassiti delle piante coltivate od utili* - Fasc. I-19 (1888-1926) (esaurita).
F. CAVARA - G. POLLACCI - *Fungi Longobardiae Exsiccati* - Pugilli I-VII (1892-1919) (i pugilli I-VI sono esauriti).
G. POLLACCI - A. NANNIZZI - *I miceti patogeni dell'uomo e degli animali* - Fasc. I-X (1922-30).
R. CIFERRI - *Mycoflora domingensis exsiccata* - Cent. I-III (1931-38) (Cent. IV in corso di pubblicazione).

PUBBLICAZIONI PERIODICHE

Archivio Triennale del Laboratorio Crittogamico Italiano (Direttore S. GAROVAGLIO) - 5 Voll. (1874-88) (il Vol. I è esaurito).

Atti dell'Istituto Botanico e del Laboratorio Crittogamico

Serie II (Direttore G. BRIOSI) 18 Voll. (1888-1921)

» III { » L. MONTEMARTINI) 3 Voll. (1923-27)

» IV { » G. POLLACCI) 13 Voll. (1929-42)

» V { » R. CIFERRI) Vol. 1-3 (in corso di pubblicazione).

Archivio Botanico (Direttori R. CIFERRI e P. ZANGHERI) - Serie III - 3 Voll. (1941-43) (Vol. XVII-XIX dalla fondazione; vol. XIX in corso di pubblicazione).

Trattato di Micopatologia Umana diretto da G. POLLACCI

Vol. I - A. PERIN - *Le micosi polmonari e generalità sui miceti*. 1925 (esaurito)

» II - G. BOLOGNESI e G. A. CHIURCO - *Micosi chirurgiche*. 1927 (esaurito)

» III - V. CAVARA - *Micosi oculari*. 1938 (esaurito)

» IV - A. NANNIZZI - *Repertorio sistematico dei miceti patogeni dell'uomo e degli animali* 1934

» V - P. REDAELLI e R. CIFERRI - *Le granulomatosi fungine dell'uomo nelle regioni tropicali e subtropicali*. 1942.

Per acquisti e cambi rivolgersi alla Direzione degli Istituti

Cas. Post. 165 - PAVIA

Prezzo del presente fascicolo L. 12